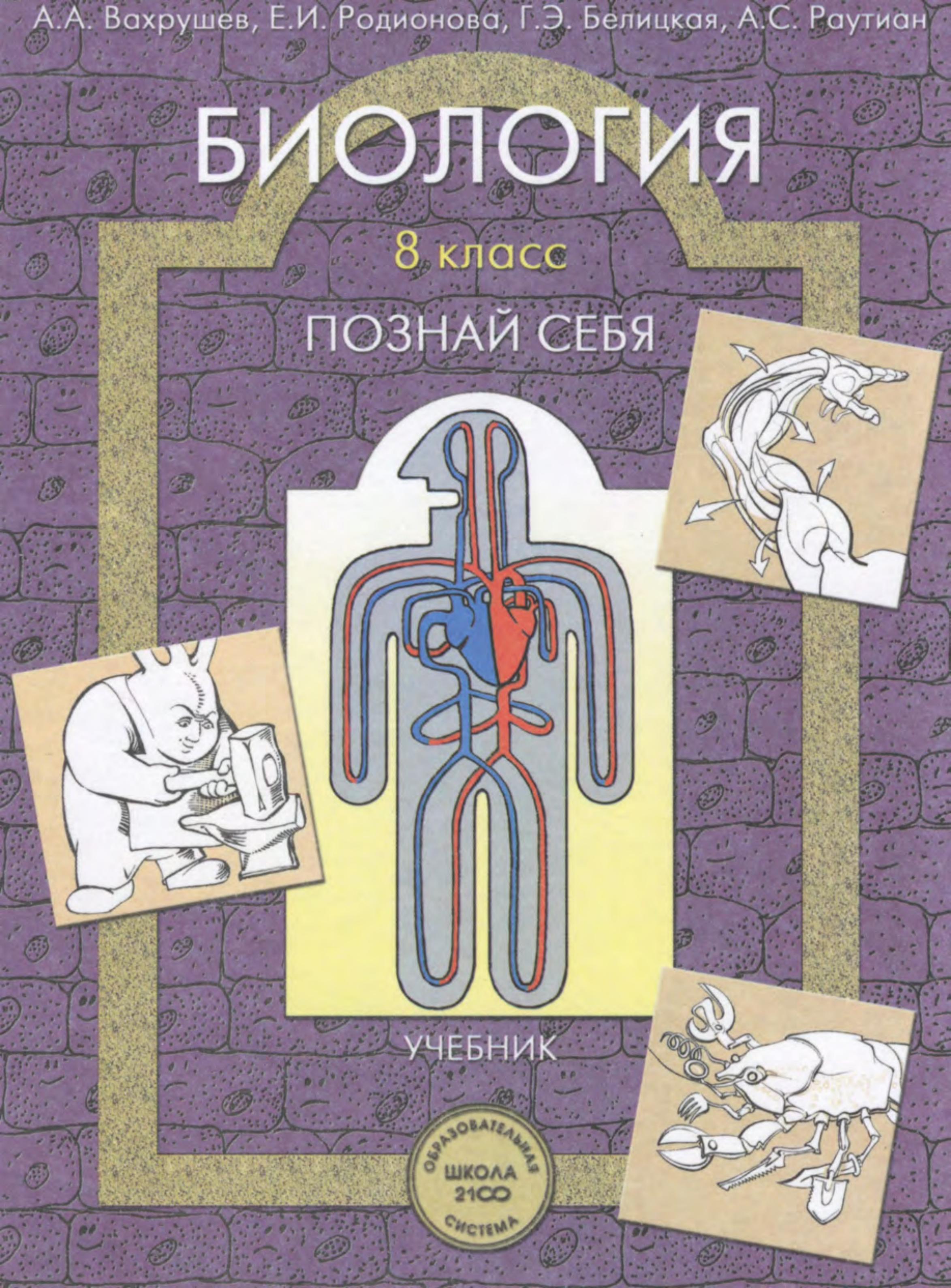


А.А. Вахрушев, Е.И. Родионова, Г.Э. Белицкая, А.С. Раутиан
БИОЛОГИЯ
8 класс
ПОЗНАЙ СЕБЯ
УЧЕБНИК
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ШКОЛА 2100

Образовательная система «Школа 2100»

А.А. Вахрушев, Е.И. Родионова, Г.Э. Белицкая, А.С. Раутиан

БИОЛОГИЯ

8 класс

ПОЗНАЙ СЕБЯ



УЧЕБНИК

Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации

Москва
БАЛАСС
2009

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вы держите в руках книгу, которая расскажет вам о том, как устроено тело человека. Оно, как и тело каждого живого организма на Земле, – совершенное создание природы. Вы уже знаете, что в каждом организме есть системы органов, которые приспособлены для выполнения необходимых функций. Каждую систему удобнее и проще изучать отдельно. Однако очень важно помнить, что все системы органов взаимосвязаны и зависят друг от друга. Поэтому мы не ограничимся изучением того, как устроено тело человека, где находятся сердце, печень, легкие, хотя и это очень важно знать, но и постараемся объяснить, почему оно устроено именно так, а не иначе. Мы будем рассматривать тело человека не как сумму составляющих его частей, а как единое целое, в котором все органы и ткани связаны между собой и с внешней средой.

Нам очень хотелось бы, чтобы полученные знания о себе изменили ваше отношение к своему здоровью, помогли бы в воспитании культуры чувств.

* * *

Для того чтобы было проще пользоваться учебником, необходимо запомнить некоторые правила.

С помощью содержания можно найти нужный (по названию темы) раздел и параграф (урок). Предметный указатель поможет вам вспомнить смысл забытого или узнать значение незнакомого термина.

В начале каждого раздела учебника можно узнать, какие знания и умения вы можете приобрести, изучив его. Небольшой тест позволит определить степень вашей готовности к изучению нового материала. В конце раздела помещены вопросы к уроку повторения, которые помогут по-новому взглянуть на освоенные знания и умения. Тренировка в решении жизненных задач научит применять полученные сведения в жизни.

Перед чтением или обсуждением материала параграфа на уроке попробуйте сами найти ключ к каждой проблеме, возможные способы ее решения. Проблемные ситуации отмечены в учебнике знаком , проблемные вопросы – !!. Вопросы в начале параграфа подскажут, какие уже имеющиеся знания для решения проблемы понадобятся, они помечены таким знаком .

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вы держите в руках книгу, которая расскажет вам о том, как устроено тело человека. Оно, как и тело каждого живого организма на Земле, – совершенное создание природы. Вы уже знаете, что в каждом организме есть системы органов, которые приспособлены для выполнения необходимых функций. Каждую систему удобнее и проще изучать отдельно. Однако очень важно помнить, что все системы органов взаимосвязаны и зависят друг от друга. Поэтому мы не ограничимся изучением того, как устроено тело человека, где находятся сердце, печень, легкие, хотя и это очень важно знать, но и постараемся объяснить, почему оно устроено именно так, а не иначе. Мы будем рассматривать тело человека не как сумму составляющих его частей, а как единое целое, в котором все органы и ткани связаны между собой и с внешней средой.

Нам очень хотелось бы, чтобы полученные знания о себе изменили ваше отношение к своему здоровью, помогли бы в воспитании культуры чувств.

* * *

Для того чтобы было проще пользоваться учебником, необходимо запомнить некоторые правила.

С помощью содержания можно найти нужный (по названию темы) раздел и параграф (урок). Предметный указатель поможет вам вспомнить смысл забытого или узнать значение незнакомого термина.

В начале каждого раздела учебника можно узнать, какие знания и умения вы можете приобрести, изучив его. Небольшой тест позволит определить степень вашей готовности к изучению нового материала. В конце раздела помещены вопросы к уроку повторения, которые помогут по-новому взглянуть на освоенные знания и умения. Тренировка в решении жизненных задач научит применять полученные сведения в жизни.

Перед чтением или обсуждением материала параграфа на уроке попробуйте сами найти ключ к каждой проблеме, возможные способы ее решения. Проблемные ситуации отмечены в учебнике знаком , проблемные вопросы – !!. Вопросы в начале параграфа подскажут, какие уже имеющиеся знания для решения проблемы понадобятся, они помечены таким знаком .

Не нужно стараться запомнить все, что вы прочтете, – достаточно хорошо понять прочитанное. В этом вам помогут схемы и вопросы в тексте. Вопросы к рисункам позволят понять, на что следует обратить внимание. Особое внимание в тексте стоит обратить также на важные слова, которые выделены *курсивом.* **Жирным шрифтом** выделены те основные понятия, которые надо запомнить. Главные из них приведены на желтом фоне в конце текста. Рядом, в рамке, вы найдете вывод – краткое обобщение материала. Если вы можете использовать его как план для более подробного рассказа по теме, значит, тема понятна.

В конце параграфа помещены вопросы, помогающие проверить усвоение темы. Вопросы на повторение позволят определить, правильно ли вы усвоили материал параграфа. Они сопровождаются таким знаком ?. Вопросы со знаком ? – творческие. Они проверяют, можете ли вы пользоваться полученными знаниями, и поэтому могут оказаться более сложными.



Текст, помеченный таким значком, читать не обязательно. О нем на уроке не спросят. Он – только для интересующихся и особо любопытных.

Желаем успехов!

Авторы

ВВЕДЕНИЕ

§ 1. ЧЕЛОВЕК – ЭТО ЗВУЧИТ ГОРДО

Как люди судят об эволюционном родстве организмов? Что общего и в чем отличие между растениями и животными?



Человек – голая обезьяна.

Д. Моррис

Человек – духовное существо.

А. Швейцер

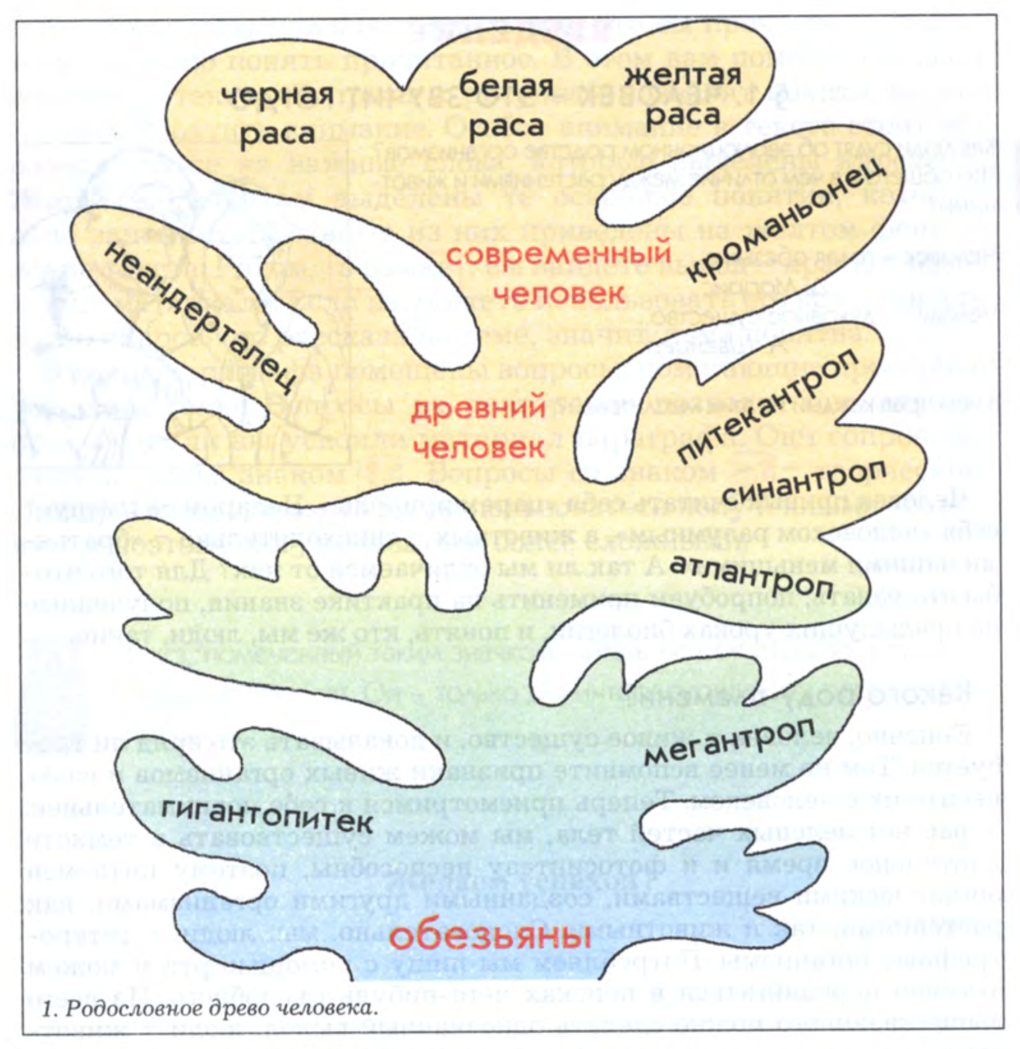
!! В чем прав каждый из этих мыслителей?

Человек привык считать себя «царем природы». Недаром он именует себя «человеком разумным», а животных – снисходительно – «братьями нашими меньшими». А так ли мы отличаемся от них? Для того чтобы это узнать, попробуем применить на практике знания, полученные на предыдущих уроках биологии, и понять, кто же мы, люди, такие.

Какого роду-племени?

Конечно, человек – живое существо, и доказывать это вряд ли требуется. Тем не менее вспомните признаки живых организмов и соотнесите их с человеком. Теперь присмотримся к себе повнимательнее. У нас нет зеленых частей тела, мы можем существовать в темноте длительное время и к фотосинтезу неспособны, поэтому питаемся органическими веществами, созданными другими организмами, как растениями, так и животными. Следовательно, мы, люди, – гетеротрофные организмы. Потребляем мы пищу с помощью рта и можем активно передвигаться в поисках чего-нибудь съедобного. Из всего вышесказанного можно сделать однозначный вывод: люди – животные.

Дальше попробуем определить место человека в системе животных. Вдоль спины у нас проходит жесткое костное образование, которое называется позвоночником. Существует крылатое выражение: «Впитать с молоком матери». Оно возникло не случайно – детей люди выкармливают молоком. Делаем несложное заключение: мы – позвоночные, млекопитающие. Это подтверждают и другие особенности нашего организма – постоянная, довольно высокая температура тела, остаточный волосяной покров на нем. Зародышевое развитие человека проходит, как у большинства млекопитающих, в утробе матери.



1. Родословное древо человека.

Полный «биологический адрес» человека: надцарство Ядерных клеточных организмов (Eucariota)

- царство Животные (Animalia)
  - тип Хордовые (Chordata)
    - подтип Позвоночные или Черепные
      - класс Млекопитающие (Mammalia)
        - подкласс Плацентарные
          - отряд Приматы (Primates)
            - семейство человекообразные (Hominidae)
              - род Человек (Homo)
                - вид Человек разумный (Homo sapiens)

Пуд мыла изведешь, а родинки не смоешь

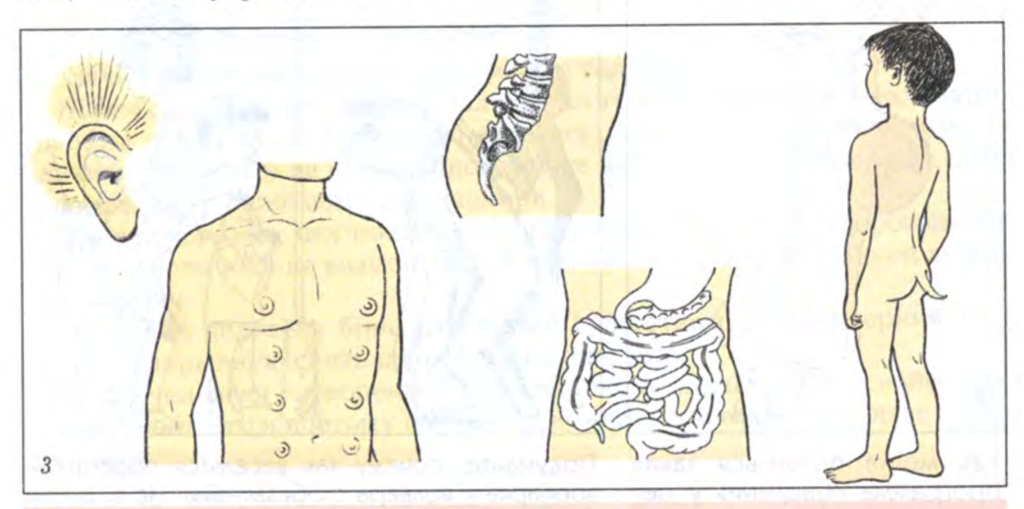
Подтекст этой пословицы в том, что, дескать, от родства не уйдешь. Судите сами, насколько велико сходство между человеком и, например, его ближайшим из ныне живущих родственников – шимпанзе. У обоих пятипалые конечности с подвижными пальцами; соотносимые пропорции тела; сходное строение лица; похожая мимика; группы крови и ее биохимический состав; обмен веществ. Мы и человекообразные обезьяны даже болеем одними и теми же болезнями – туберкулезом, СПИДом, гриппом.

Ученые доказали, что строение ДНК шимпанзе на 99% совпадает с ДНК человека. И это несмотря на то что все люди тоже отличаются друг от друга по множеству наследственных признаков!

Наше родство с животными также подтверждается наличием **рудиментов** – органов или их частей, которые были важны для наших далеких предков, но затем утратили свое значение.



Найдите общие черты в строении тела человека и шимпанзе.



Найдите на рисунке рудименты и атавизмы.

Например, на теле человека сохранились волосы, хотя они не могут уже защитить от холода. Сохранились и мышцы, позволяющие двигать ушами. Мышцы-то есть у всех, а вот управлять ими на зависть остальным умеют немногие.

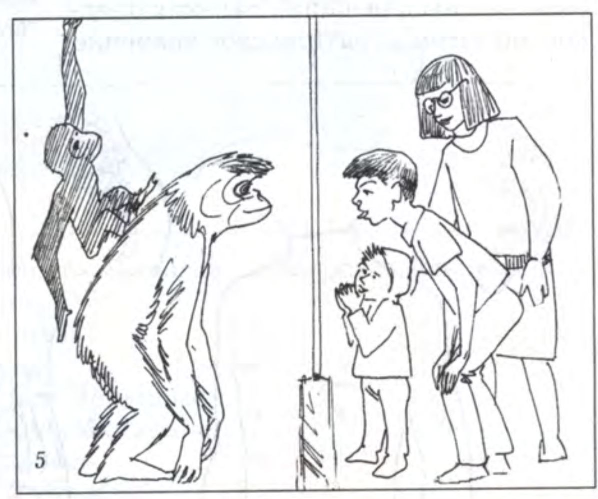
Иногда рождаются люди, имеющие признаки, обычные для других животных, но нехарактерные для человека. Известны случаи рождения людей со сплошным густым волосяным покровом, с двумя рядами сосков, с хвостом, с неполной сердечной перегородкой и даже с жаберными щелями. Такие отклонения развития называются **атавизмами**, и они указывают на то, что человек состоит в родстве со всеми животными, но в своем становлении прошел долгий эволюционный путь. А если это так, то изучение животных – это один из методов постижения природы самого человека. Именно наше родство с животными дает возможность ученым и врачам проводить испытания лекарств, косметики, хирургических методов лечения различных заболеваний сначала на «четвероногих пациентах», прежде чем применить их к человеку.

Едва появившись на свет, ребенок умеет хвататься за предметы руками и крепко за них держаться, даже если лишить малыша опоры (см. рис. 4). Эта программа осталась в поведении человека с тех времен, когда он еще жил на деревьях. Ее тоже можно считать рудиментом, она развита слабо, и нужды в ней давно нет, но природа не спешит выбрасывать на «свалку» «старье», если оно не мешает рождаться новому. Воистину: «Пуд мыла изведешь, а родинки не смоешь».



4

Как могла появиться такая программа поведения у ребенка?



5

Подумайте, почему так веселятся посетители зоопарка у вольера с обезьянами. Не видят ли они карикатуру на себя?

Человек – духовное существо

Так что же, человек – животное? Конечно нет.

Человек – единственный вид организмов, который интересуется своим прошлым и мечтает о будущем.

Животное может жертвовать собой ради жизни своего детеныша, поскольку природа заложила в него и такую программу поведения. Человек же по собственной воле может отдавать жизнь за свой народ.

Даже обезьяна способна думать. Но только человек может осознавать саму свою способность мыслить. Именно эта способность – главная черта разума. Не случайно люди изобрели философию.

Животное может показать своему детенышу, как надо себя вести в конкретных обстоятельствах, но не может научить тому, с чем оно никогда не сталкивалось. Человек же благодаря речи готовит своего ребенка к ситуации, с которой тот может встретиться в будущем.

Поведение животного обусловлено врожденными программами и обстоятельствами. Главное, что ограничивает свободу выбора человека, – совесть.

Именно в силу этого человек – единственное существо, которое задумывается о последствиях своих действий. Только человек способен осознать свою глубокую связь с природой и позаботиться о ней. Экологическое мышление постепенно занимает одно из ведущих мест во всех сферах человеческой деятельности. Духовная жизнь людей – продолжение их общественной и социальной природы.

Познанием духовной сферы человека занимаются искусство, религия, гуманитарные науки. Об этом вы узнаете на уроках по другим предметам.

В здоровом теле – здоровый дух

Зачем духовному существу думать о телесном?

Даже самый возвышенный полет духа требует для своей реализации заботы о теле. Человека надо кормить, поить, а при необходимости лечить – каждый на собственном опыте знает, как ограничивает наши возможности даже обычный насморк.

Таким образом, научившись поддерживать свое тело здоровым, мы будем иметь больше возможностей для богатой, разносторонней духовной жизни.

Называя человека **биосоциальным существом**, мы подчеркиваем в нем неразрывную связь духовного и телесного.

Тело человека – творение природы; оно обладает всеми свойствами тела животного и поэтому изучается комплексом *естественных* наук о человеке.

Наука	Предмет исследования
Анатомия	Строение организма и его частей
Физиология	Функции организма и его частей
Психология	Психические процессы и свойства личности
Гигиена	Условия для сохранения здоровья

Именно с достижениями этих наук мы будем знакомиться на страницах этого учебника.

Человек – биосоциальное существо.

Рудименты, атавизмы, биосоциальное существо, анатомия, физиология, гигиена



1. Какие черты роднят человека с животными?
2. Что такое рудименты и атавизмы? О чем свидетельствует их наличие?
3. Чем человек отличается от животных?
4. Что обозначают термином «биосоциальное существо»?
5. Можно ли с помощью только естественных наук познать сущность человека?



6. Все ли черты, свойства, признаки поведения разумного существа разумны, целесообразны и гуманны?
7. Какие повадки и свойства живых существ присущи человеку? Какие черты разумного существа отличают нас от всех представителей животного мира?

Часть 1. ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА КАК САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ОРГАНИЗМ

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА

Этот раздел поможет вам понять:

Основные черты строения человека как многоклеточного организма, без чего невозможно разобраться в особенностях его жизнедеятельности.

Для этого вы должны научиться:

- выделять основные функции организма (питание, дыхание, выделение, транспорт веществ, раздражимость, рост, развитие, размножение) и объяснять их роль в его жизнедеятельности;
- характеризовать особенности строения и жизнедеятельности клетки;
- объяснять биологический смысл разделения органов и их функций.

Проверь себя:

Найди соответствие между термином и его определением:

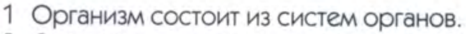
Клетка	система клеток, сходных по происхождению, строению и функциям в организме и их межклеточное вещество
Орган	элементарная живая система, основа строения и жизнедеятельности всех живых организмов
Ткань	часть тела, образованная различными тканями и действующая как единое целое при выполнении сложной функции

§ 2. ОРГАНИЗМ – ЕДИНОЕ ЦЕЛОЕ

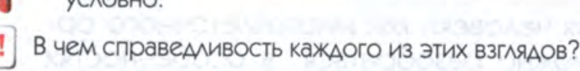


Какие главные задачи стоят перед живым организмом?
Что обеспечивает связь организма со средой?
Какие основные системы органов млекопитающих вы помните?





1 Организм состоит из систем органов.
2. Организм – целое, и подразделение его на части условно.



!! В чем справедливость каждого из этих взглядов?

Организм и орган

Эти слова однокоренные и происходят от греческого слова organon– инструмент. А почему именно этот корень лег в основу слова «организм»?


1. Аристотель.

Еще Аристотель задавался вопросом, ради чего существует орган, и отвечал на него так: «Ради выполнения определенной функции». И это правда: любой орган, маленький или большой, имеет специальное назначение и приспособлен к выполнению определенной работы – функции. Гораздо проще понять назначение органов, если прослеживать шаг за шагом осуществление организмом отдельных функций.

Всякую ключевую функцию в нашем организме выполняет не один орган, а целая система органов. Дело в том, что работа, порученная природой этим структурам, очень сложна. И они выполняют ее поэтапно, причем на каждом этапе трудится «мастер своего дела». Рассмотрим относительно простую задачу – создание стула. Его можно сделать при помощи одного только топора, но эта работа займет много времени, да и стул будет неказист и непрочен. Но если мы воспользуемся сначала пилой, а затем рубанком, стамеской и молотком, изделие будет прочнее и привлекательнее. Если же мы захотим украсить наш стул, то нам потребуются еще и инструменты для резьбы по дереву.

Точно так же в процессе эволюции вслед за усложнением задачи совершенствуется и аппарат, ее выполняющий. Например, если бы мы питались только жидкой пищей, нам не нужны были бы зубы и такой длинный кишечник. Но наша еда содержит много твердых веществ, которые необходимо измельчать на входе, поэтому требуются новые приспособления – зубы.

Несколько органов образуют **систему органов** – созданный эволюцией инструментарий, необходимый для выполнения той или иной рабо-

ты. В системе органов каждый «инструмент» (орган) занимает строго отведенное ему место и выполняет всегда одну и ту же работу так искусно, что «дело мастера боится».

Создаем условия для работы

При строительстве завода умный проектировщик думает не только о том, какие станки необходимо приобрести, но и о том, где рабочие будут жить, отдыхать, покупать продукты, где будут учиться их дети. Рабочего нужно максимально освободить от всех проблем, связанных с его насущными потребностями, тогда он всю свою освободившуюся энергию направит на профессиональную деятельность. Поэтому рядом с заводскими корпусами строят жилые кварталы, школы и детские сады, поликлиники и больницы, магазины и кинотеатры. Каждое из этих учреждений и предприятий берет на себя заботу об обеспечении какой-нибудь жизненно важной функции – снабжения людей продуктами, их защиты, лечения и т.д. Точно так же в процессе эволюции в организме одновременно с совершенствованием какого-либо органа начинают развиваться системы его «жизнеобеспечения». Так, с усложнением строения легких развиваются их кровоснабжение, воздухоносные пути с системой прогрева и очистки поступающего воздуха и т.д. Система органов становится все сложнее.



Для вентиляции мешкообразных легких амфибиям достаточно движений дна ротовой полости. У человека легкие устроены намного сложнее, поэтому для их вентиляции необходимы движения ребер и создана диафрагма – специальная куполообразная мышечная перегородка.

Каждая система органов выполняет свою функцию

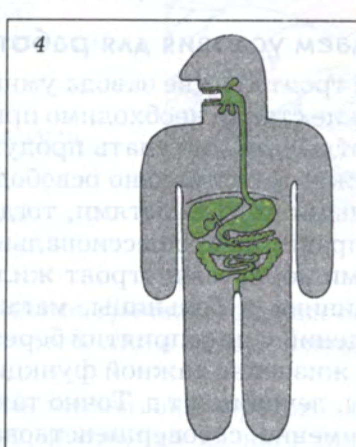
Какие основные задачи стоят перед организмом человека? Какие системы органов их решают? Ответив на эти вопросы, мы «составим список» основных функций организма человека. Вспомним план строения млекопитающих на примере человека.

Человек – наземное существо. Вы, наверное, помните, что жители суши сталкиваются с двумя очень серьезными проблемами. Во-первых,

им приходится противостоять силе тяжести в воздушной среде с ее низкой плотностью. Во-вторых, противодействовать постоянной потере воды, которая необходима им для жизни.

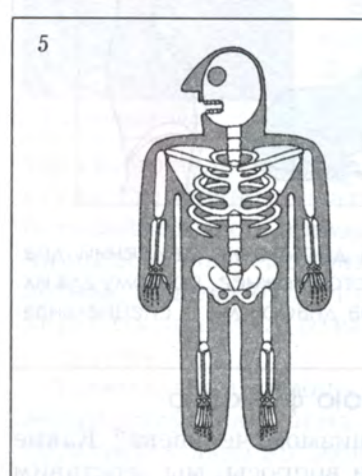


Кожа препятствует потере воды, защищает организм от внешних воздействий, противостоит атакам множества «любителей поживиться за чужой счет».



Заботу о переработке пищи и извлечении из нее необходимых питательных веществ взяла на себя **пищеварительная** система.

Для чего необходимы питательные вещества?



6

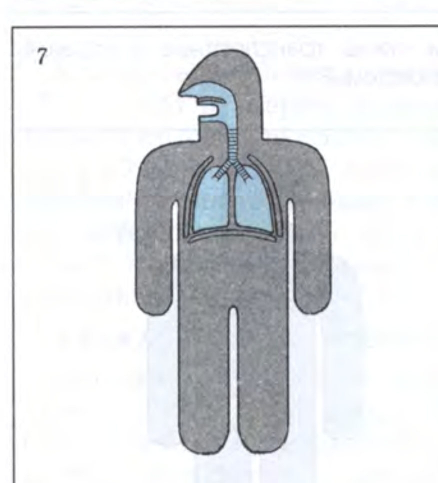
Внутренний скелет позволяет сохранять форму тела и служит опорой для мышц человеческого тела. Вместе они образуют **опорно-двигательную** систему.

Мастер на все руки

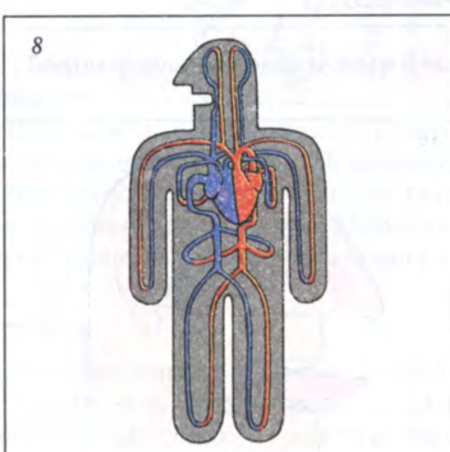
Не надо забывать, что анатомы «разделили» тело человека на отдельные системы органов только для того, чтобы было немного легче разобраться в том, как они работают. Но любой организм – не набор отдельных органов, он – един. Это значит, что разделение на органы и системы – условно, и в выполнении каждой из функций принимает участие не только та система, которая преимущественно приспособлена к ее осуществлению, но и многие другие. Например, к дыхательной системе относят легкие и воздухоносные пути. Но процесс дыхания невозможен и без опорно-двигательной системы, которая обеспечивает смену воздуха в легких, и без кровеносной системы, которая транспортирует газы к клеткам, и без нервной системы, которая управляет процессом дыхания, и многих других.

Про организм как объединение систем органов можно по праву сказать: «Мастер на все руки».

Организм – единое целое. Поэтому он состоит из систем органов, но не сводится к их сумме.

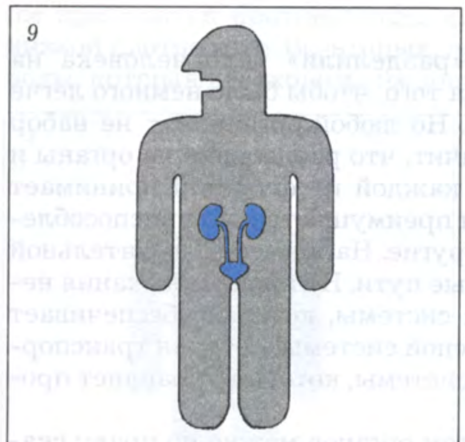


Дыхательная система обеспечивает организм кислородом, необходимым для жизнедеятельности, и выводит из организма углекислый газ.



Питательные вещества и кислород доставляет во все уголки организма главная транспортная система – **кровеносная**. Она же обеспечивает отток тепла от тех органов, которые его выделяют, к тем, которым не хватает тепла, и участвует в осуществлении многих других функций организма.

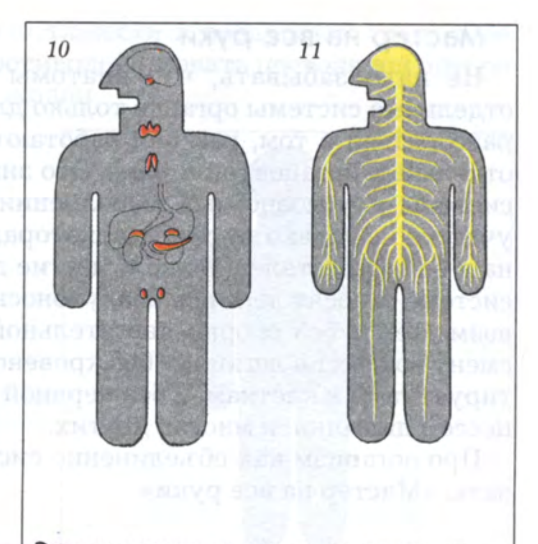
Зачем надо дышать?



9

Для клеток, составляющих тело человека, огромное значение имеет химический состав окружающей их жидкости. Строго определенное соотношение различных веществ, растворенных в межклеточной жидкости, регулируется **выделительной** системой.

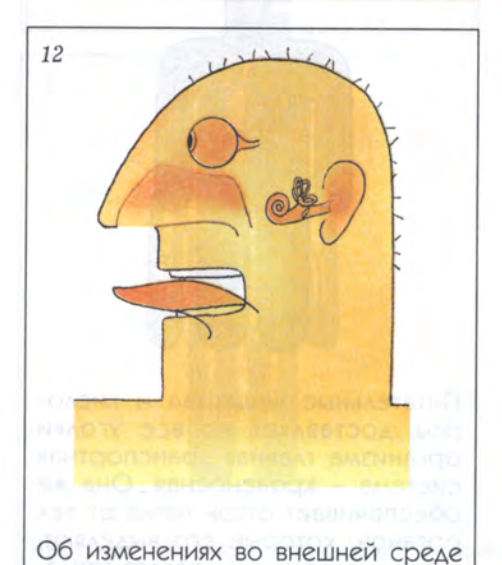
Зачем нужна выделительная функция?



10 11

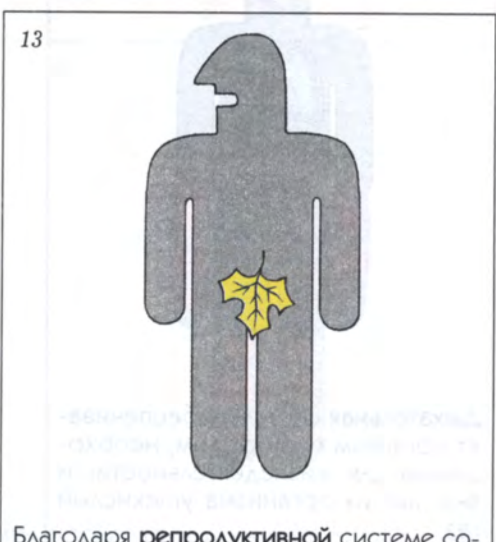
Эндокринная и **нервная** системы – главные управляющие системы организма, связывающие его в единое целое.

Зачем нужны транспортные и управляющие системы?



12

Об изменениях во внешней среде управляющим системам сообщают **органы чувств.**



13

Благодаря **репродуктивной** системе сохраняется и воспроизводится вид «человек разумный».

Системы органов: покровная, опорно-двигательная, пищеварительная, дыхательная, кровеносная, выделительная, эндокринная, нервная и репродуктивная, органы чувств



1. Из каких систем органов состоит организм? Какова их функция?
2. Посредством чего обеспечивается целостность организма?



3. Какие факторы могут нарушить целостность организма?
4. Приведите примеры последствий таких нарушений.

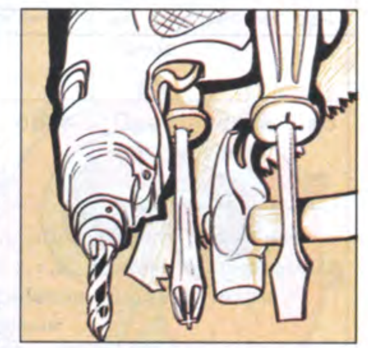
§ 3. КЛЕТКИ И ТКАНИ: «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ»



Что такое орган?
Что такое ткань?
Что такое образовательные ткани растений?



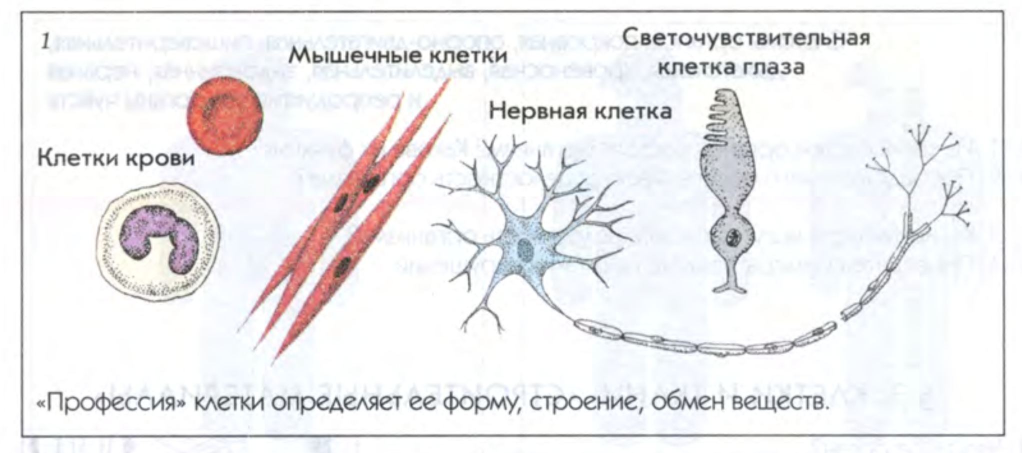
Чтобы орган мог выполнить свою функцию, он должен быть управляем, обеспечен энергией, отделен от других органов и связан с ними одновременно. Может ли при этом орган состоять из одного типа клеток?



Клетки тела человека чрезвычайно разнообразны по размерам, форме и функциям. Кроме того, они в высшей степени «общительны». Клетки живут благодаря объединению в «сообщества» и разделению труда. Поведение каждой из них согласовано с поведением окружающих ее клеток. Они общаются, подают друг другу сигналы, вступают в контакты. Межклеточные взаимодействия определяют пространственное строение многоклеточных организмов.

У каждой клетки – своя «профессия»

Многоклеточность позволила избавить отдельные клетки от необходимости бороться за существование – добывать пищу, защищаться. Они получили возможность «приобрести профессию» – значительно развить определенное полезное свойство, в той или иной степени присущее всем клеткам, и взять на себя функцию, важную для всего организма в целом. Такая клетка называется **дифференцированной**. Например, каждая клетка способна изменить свои размеры – сократиться или вытянуться, но у дифференцированной мышечной клетки эта способность необыкновенно развита. В ней есть и специальные «усовершенствованные приспособления», например белковые нити, способные значительно изменять длину клетки, и множество митохондрий, поставляющих энергию для этого сократительного аппарата.



«Профессия» клетки определяет ее форму, строение, обмен веществ.



2. Происхождение клеток разных «специальностей» в зародыше человека:
а – зачаток печени;
б – поджелудочная железа

Клетки одной «специальности», как правило, имеют одинаковое происхождение, они все – потомки клеток определенного участка зародыша.

Дифференцированная клетка теряет способность делиться. У мышечных клеток, например, делению мешают белковые нити, заполняющие цитоплазму. Поэтому в любой части организма, где постоянно возникает нужда в новых клетках, есть недифференцированные клетки, обладающие способностью к неограниченному делению. Они называются **стволовыми**. Стволовые клетки – это клетки, способные неограниченно делиться и давать потомство, часть которого дифференцируется, а часть продолжает делиться. Аналогичные способные к делению клетки растений называют камбием.

Сила в единстве

В организме клетки разных типов размещены строго упорядоченным способом, благодаря чему тело имеет определенную форму. Клетки образуют различные по функциям группы. Группу клеток, имеющих одинаковую специализацию и одинаковое происхождение, вместе с их межклеточным веществом принято называть **тканью**.

У человека выделяют четыре основных типа тканей: покровную, или эпителиальную, нервную, мышечную и соединительную. В таблице 1 приведены главные черты и свойства каждой из этих тканей.

Таблица 1

Типы тканей

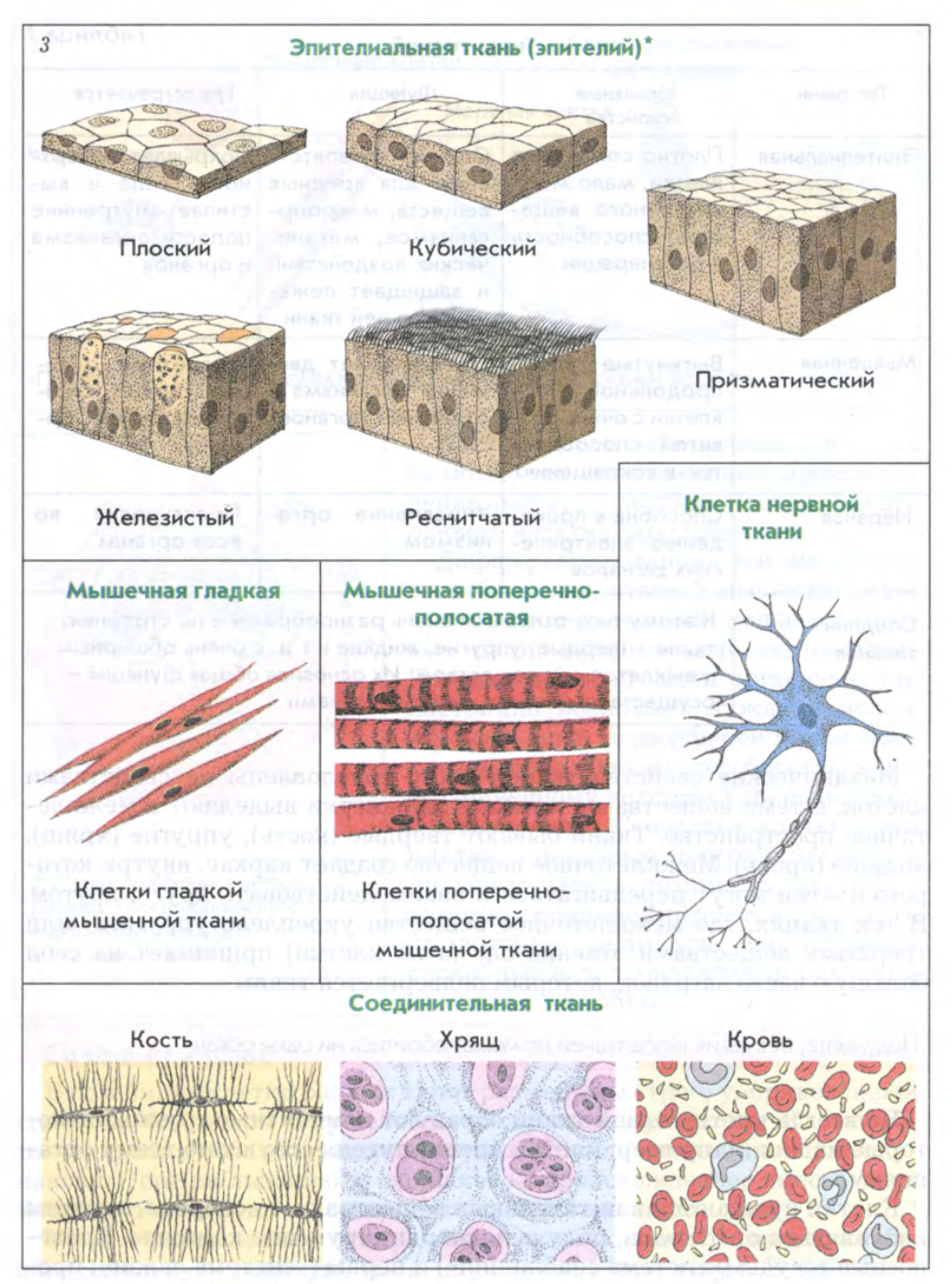
Тип ткани	Основные свойства	Функция	Где встречается
Эпителиальная	Плотно сомкнутые клетки, мало межклеточного вещества, способность к регенерации	Служит препятствием для вредных веществ, микроорганизмов, механических воздействий и защищает лежащие под ней ткани	Покрывает поверхность тела и выстилает внутренние полости организма и органов
Мышечная	Вытянутые вдоль продольной оси клетки с очень развитой способностью к сокращению	Обеспечивает движения организма и отдельных органов	Скелетные мышцы, сердце, стенки внутренних органов
Нервная	Способна к проведению электрических сигналов	Управление организмом	Практически во всех органах
Соединительная	К этому типу относятся очень разнообразные по строению ткани – твердые, упругие, жидкие и т.д. с очень обширным межклеточным веществом. Их основная общая функция – осуществление связи между органами		

Механические свойства тканей часто обусловлены не свойствами клеток, а теми веществами, которые эти клетки выделяют в межклеточное пространство. Ткани бывают твердые (кость), упругие (хрящ), жидкие (кровь). Межклеточное вещество создает каркас, внутри которого клетки могут передвигаться и взаимодействовать друг с другом. В тех тканях, где межклеточное вещество укреплено упругими или твердыми веществами, именно оно (а не клетки) принимает на себя большую часть нагрузок, которым подвергается ткань.

Подумайте, без каких типов тканей не может обойтись ни один орган.

Не всегда клетки одной ткани образуют компактные группы, некоторые из них (например, клетки крови) путешествуют по всему организму.

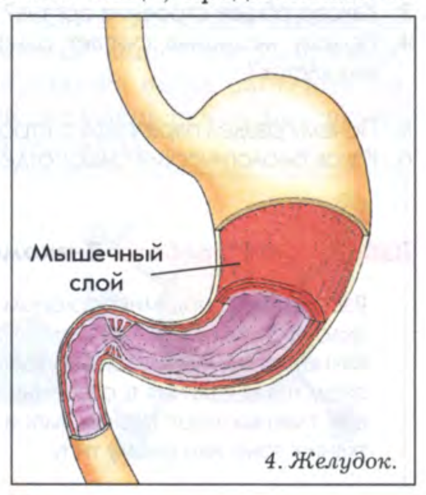
Клетки нуждаются в питательных веществах и кислороде, должны избавляться от отходов, получать координирующие команды. Кровеносные сосуды («система снабжения») и нервы («система связи») пронизывают все ткани организма.



* Эпителий бывает не только однослойным, но и многослойным.

Органы состоят из различных тканей

Ткани – основной строительный материал организма. Рассмотрим на примере желудка, как из разных типов тканей строится орган. Задачи желудка – переваривание и перемешивание пищи, продвижение ее дальше по пищеварительному тракту. Изнутри стенка желудка выстлана эпителиальной тканью. Она защищает остальные ткани органа от механических повреждений, микроорганизмов и вредных веществ, попадающих в желудок с пищей. Так как для переваривания пищи необходимы специальные химические вещества, эпителий желудка содержит клетки-железы, которые синтезируют эти вещества и выделяют их в полость органа.



4. Желудок.

Почему в стенке желудка мышечный слой значительно толще, чем в стенке кишечника?

Снаружи желудок покрыт оболочкой из плотной соединительной ткани. Она укрепляет стенку органа. Кроме того, упругие листки соединительной ткани, окружающей желудок, прикреплены к стенке брюшной полости. Выходит, что желудок подвешен в полости тела в «люльке» из соединительной ткани, поэтому он не падает и почти не сдвигается при наклонах.

Между эпителием и соединительнотканной оболочкой лежат три мощных слоя мышечной ткани. Сокращаясь, они обеспечивают перемешивание и продвижение пищи.

Стенки желудка пронизаны кровеносными сосудами, по которым течет жидкая соединительная ткань – кровь, и волокнами нервной ткани. Кровь снабжает клетки желудка кислородом и питательными веществами. По нервам сигналы идут от желудка к нервным центрам, а к желудку поступают управляющие команды нервной системы.

Итак, некоторые ткани органа обеспечивают выполнение специфической для него функции. В желудке – это ткани желез и мышц. Другие ткани обеспечивают питание органа и управление им. Они обеспечивают связь и координацию деятельности всех органов, объединяют их в целостный организм.

Органы состоят из нескольких типов тканей. Ткань – это группа клеток, имеющих одинаковую специализацию и происхождение, вместе с их межклеточным веществом.

Ткани: эпителиальная, мышечная, нервная, соединительная



1. Что такое ткань?
2. Какие типы тканей выделяют в человеческом организме?
3. Каково общее строение органа?
4. Почему медицина считает одной из важнейших своих задач изучение стволовых клеток?



5. Почему раздел параграфа о строении тканей называется «Сила в единстве»?
6. Каков биологический смысл отделения органов друг от друга?

Лабораторная работа: Знакомство с препаратами клеток и тканей

Рассмотрите под микроскопом и зарисуйте готовые препараты клеток и тканей человека.

Какие органеллы клеток вам удалось увидеть на препарате? Обратите внимание на сходства и отличия в строении разных тканей, попробуйте на основе известных вам главных черт разных типов тканей отнести зафиксированные на препаратах ткани к тому или иному типу.

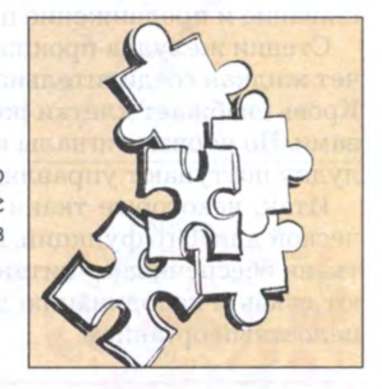
§ 4–5. ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА – «УНИВЕРСАЛЬНЫЙ КОНСТРУКТОР»



Что такое живая и неживая природа?
Что вы знаете об атомах и молекулах?
Каковы свойства живых организмов?
Из каких частей состоит клетка?



Каждый вид организмов содержит уникальный набор органических веществ. Каким должно быть строение этих веществ, чтобы животное могло получать их из пищи?



Из чего построены живые организмы? Из клеток, скажете вы. Верно, но клетки сами по себе уже достаточно сложные живые системы. А из чего построены клетки? В их состав входят два больших класса веществ – неорганические и органические.

Четыре основных вида атомов в живой природе

На Земле существует около ста разновидностей мельчайших частиц вещества – атомов. В состав живой клетки входят более 50 из них, но 99% общей массы клетки приходится на долю всего четырех видов атомов – углерода, водорода, кислорода и азота. Из курса химии вы узнаете, что из тех же атомов состоят многие вещества. Например, газированная вода. Но она совершенно не похожа ни на растение, ни на животное оттого, что строение органических веществ существенно отличается от строения веществ неживой природы.

Основу **органических веществ** составляют углерод и водород. Атом углерода может образовать связи с четырьмя другими атомами. Связываясь друг с другом, атомы углерода формируют длинные цепи и кольца, в результате чего образуются большие и сложные молекулы. Никакой другой вид атомов в условиях климата Земли не может формировать структуры столь разнообразные по размерам и форме.



Атом углерода может образовать связь с четырьмя другими атомами, атом водорода – с одним. Из этих двух видов атомов построен «скелет» любого органического соединения. Постройте несколько молекул из атомов углерода и водорода.

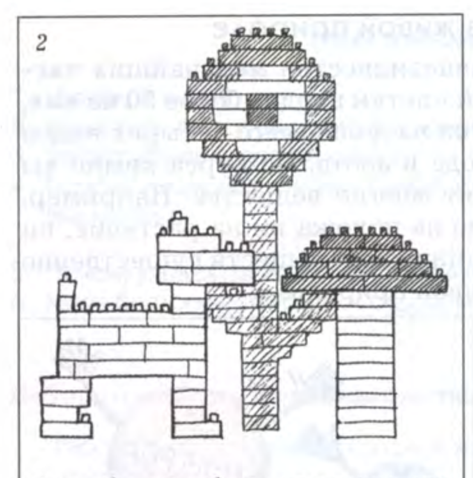
Именно соединения углерода с четырьмя связями образуют группу органических веществ. Впервые такого рода вещества были выделены из живых организмов. Отсюда и их название.

Органические молекулы – это и строительные блоки, из которых построены клетки, и транспорт, и передатчики сигналов, и хранители запаса энергии. Так же как и орган тела или органелла клетки, каждая молекула – мастер своего дела и выполняет в организме строго определенную работу.

Молекулярный «алфавит»

Живой организм состоит из огромного количества самых разнообразных органических соединений. Например, в организме человека число различных молекул только одного класса – белков – составляет десятки тысяч. Кроме того, как правило, молекулы органических соединений имеют очень большие размеры. Неужели необходимая клетке молекула каждый раз собирается из отдельных атомов углерода, водорода и других?

Синтезировать органические вещества из неорганических, как вы знаете, умеют только растения. Но как же тогда могут существовать животные?



2

Если бы нам были известны все законы и правила построения живого организма, мы могли бы собрать из молекулярных блоков и бактерию, и человека.

Оказывается, все органические молекулы живых организмов состоят из небольших молекулярных блоков нескольких типов. Как в детском конструкторе из нескольких типов деталей можно собрать и вертолет, и куклу, так молекулярные блоки связываются в длинные цепи (от нескольких десятков до нескольких тысяч блоков) и образуют все многообразие органических веществ. Но самое главное – эти небольшие строительные блоки универсальны для всех живых существ. Именно поэтому одни живые организмы могут поедать другие – в процессе пищеварения они «разбирают» сложные молекулы съеденного существа на молекулярные блоки, а затем создают из них свои молекулы. Познакомимся с основными классами органических веществ: белками, нуклеиновыми кислотами, липидами и углеводами.

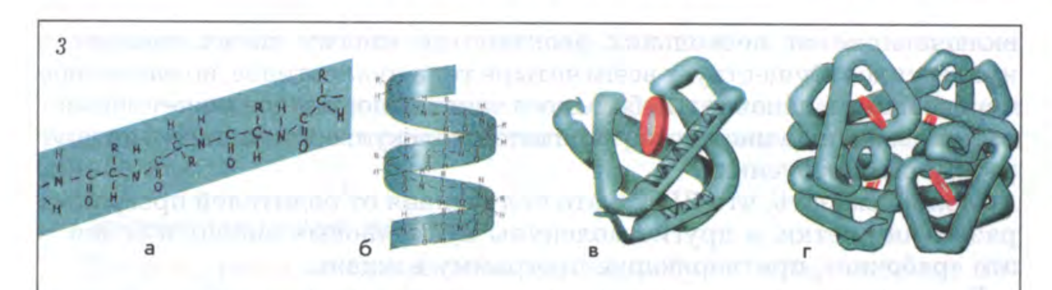
«Важнейшие» молекулы

Другое название **белков** – протеины, что в переводе с греческого означает «первые» или «важнейшие». Это наиболее многочисленные и разнообразные по строению органические молекулы. А построены они всего из 20 видов небольших молекулярных блоков – аминокислот. Подобно тому как из 33 букв русского алфавита собрано огромное количество слов, из 20 аминокислот в живых организмах собирается огромное число молекул белков. Разнообразное строение молекул белков определяет и большое количество выполняемых ими функций. Белки – главные «менеджеры» и исполнители всех видов необходимой работы, а кроме того, и строительный материал организма животного.

Белки входят в состав клеточной мембраны, создают защитный «чехол» для ДНК. Компоненты костной и хрящевой тканей – белки коллаген и кератин – придают им прочность.

Благодаря способности сократительных белков изменять длину мышечных клеток, используя химическую энергию, мы можем двигаться.

Химические реакции проходят быстрее при высокой температуре. Но температура тела человека невелика. И важнейшая функция по ускорению химических реакций в организме возложена на белки – *ферменты*. Практически каждая из множества разнообразных реак-



Молекулы белков имеют сложную пространственную организацию. Аминокислотная цепочка (а) изгибается и складывается определенным образом (б), иногда потом еще скручивается в клубок (в). Клубки сцепляются друг с другом (г) – получается огромная молекула со сложным пространственным строением.

ций, протекающих в клетке, требует участия специфического фермента, и поэтому их число в нашем организме огромно. Наибольшую активность они проявляют при температуре от +36,0 до +37,0 °С.

Белки запускают и регулируют многие физиологические процессы, такие как рост, половое созревание, умственное развитие.

В крови и других жидкостях организма содержатся белки, которые убивают микробов или обезвреживают их, то есть защищают организм.

Белок крови – гемоглобин – выполняет транспортную функцию. Он переносит кислород.

Белки можно использовать и как источник энергии. Но это не выгодно – энергии получается не так много, а расходуемое вещество очень ценно. Поэтому белки используются организмом для энергетических нужд только в крайних случаях, когда исчерпаны запасы других источников энергии – жиров и углеводов.

Нуклеиновые кислоты – хранители информации

Роль белков в жизни каждого организма так велика, что, как оказалось, именно характерный набор белков определяет его строение и свойства. «Комплект» белковых молекул для каждого из нас индивидуален. Именно информация о составе такого «комплекта» наиболее важна для каждого живого организма. Она передается по наследству и записана в молекулах вещества с уже знакомым вам названием дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), относящегося к классу нуклеиновых кислот. Эти молекулы представляют собой цепочки,

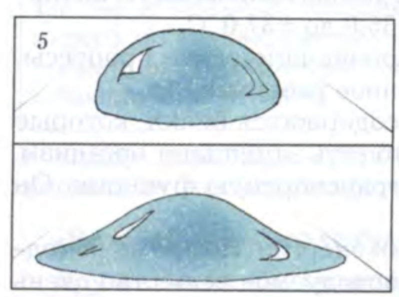

4. Строение молекулы ДНК.

включающие от нескольких десятков до многих тысяч звеньев – нуклеотидов. Существует всего четыре типа нуклеотидов, но различное чередование в цепочке и небольшого числа типов блоков может образовать бесконечное множество вариантов молекул, если нанизать их друг за другом, как бусинки.

Можно сказать, что ДНК – это полученная от родителей программа развития клетки, а другие молекулы нуклеиновых кислот и белки – это «рабочие», претворяющие программу в жизнь.

В различных типах клеток синтезируются разные наборы белков, которые определяют свойства и функции клетки. Клетки – универсальные строительные блоки организма, поэтому их особенности определяют свойства органов и тканей, а следовательно, и всего организма в целом. Другие вещества этого класса – рибонуклеиновые кислоты (РНК) – играют важнейшую роль в «сборке» молекул белков.

Основа клеточных мембран



Какая из этих капель находится на смазанной жиром поверхности? Почему вы так решили?

Липиды – это разнообразные по строению жиры и жироподобные вещества. Их молекулы собраны из органических кислот, которые так и называются – жирные кислоты. Главная общая черта липидов – они не смачиваются водой. Молекулы липидов и воды как бы «отталкиваются» друг от друга. С этим свойством мы сталкиваемся каждый день, наблюдая, как капли воды ведут себя на поверхности, покрытой жиром. Водоотталкивающие свойства коже человека придают смазывающие ее жиры.



Какое свойство жиров предохраняет пловца от переохлаждения?

Липиды нерастворимы в воде и не вымываются из клеток, а в химических связях их молекул сосредоточено большое количество энергии. Эти свойства позволяют использовать липиды для создания запасов энергии в клетке.

Значительные запасы жира в организме человека создаются в основном под кожей и между внутренними органами. Это не только энергетический запас, но мягкие и вязкие «подушки», которые оберегают внутренние органы от механических повреждений.

Кроме того, низкая теплопроводность жира делает подкожный жировой слой

прекрасным теплоизолятором, предохраняющим организм от переохлаждения.

В клетке роль липидов очень велика. Липидная пленка – основа всех клеточных мембран, которые являются строительным материалом для органелл.

Основной источник энергии

Процессы роста и поддержания жизни требуют затрат энергии. Наряду с жирами существует другой источник энергии для организма – глюкоза, вещество из класса **углеводов**. Среди углеводов есть вещества как с маленькими молекулами (простые сахара), так и с большими (сложные сахара). Простые сахара: глюкоза и фруктоза – бесцветные твердые кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, обычно сладкие на вкус. Именно они придают сладость фруктам и яго-

Таблица 2

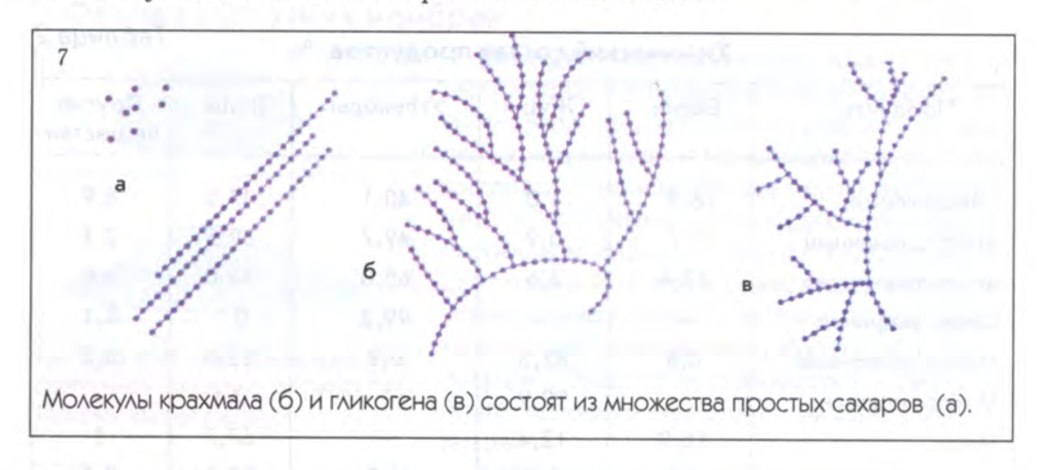
Химический состав продуктов, %

Продукты	Белки	Жиры	Углеводы	Вода	Другие вещества
Хлеб ржаной	6,5	1,0	40,1	47,5	4,9
Хлеб пшеничный	7,6	0,9	49,7	39,5	2,3
Крупа гречневая	12,6	2,6	68,0	14,0	2,8
Сахар-рафинад	–	–	99,8	0,1	0,1
Масло сливочное	0,6	82,5	0,9	15,8	0,2
Масло подсолн.	–	99,9	–	0,1	–
Мясо	18,9	12,4	–	67,7	1
Молоко	2,8	3,2	4,7	88,5	0,8
Кефир	2,8	3,2	4,1	88,8	1,1
Мороженое	3,2	15,0	20,8	60,0	1
Рыба	26,0	1,2	–	69,4	3,4
Картофель	2,0	0,1	19,7	75,0	3,2
Морковь	1,3	0,1	7,0	88,5	3,1
Яблоки	0,4	–	11,3	86,5	1,8
Апельсины	0,9	–	8,4	87,5	3,2
Грибы белые	3,2	0,7	1,6	89,9	5

Из каких продуктов мы в основном получаем белки, жиры и углеводы?
В чем главные отличия растительной и животной пищи?

дам. Молекула обычного пищевого сахара (сахарозы) состоит из двух звеньев – глюкозы и фруктозы. А вот знакомый вам из курса ботаники крахмал и **гликоген** (животный крахмал) имеют очень большие разветвленные молекулы. Они состоят из сотен тысяч и даже миллионов молекул глюкозы, соединенных между собой различными способами.

В клетке глюкоза окисляется, «сгорает» с выделением энергии, превращаясь в углекислый газ и воду. В клетках печени и мышц глюкоза может запасаться в виде гликогена. Подобно липидам, он плохо растворяется в воде и при хранении не вымывается из клеток. Но в отличие от липидов гликоген под действием ферментов легко расщепляется на отдельные растворимые в воде молекулы глюкозы, которые затем доставляются кровью к органам. Таким образом энергия, запасенная в виде гликогена, может быть использована очень оперативно. Зато при расщеплении липидов энергии выделяется вдвое больше, и организм использует их в качестве стратегических запасов.



Молекулы крахмала (б) и гликогена (в) состоят из множества простых сахаров (а).

Удивительное вещество – вода

Много сотен миллионов лет назад в океане возникла жизнь. Прошли опять-таки миллионы лет, прежде чем живые организмы решились выйти на сушу. Водный раствор различных веществ, окружающий клетки, в котором протекают все необходимые для жизни процессы, это – «море внутри нас». Почему прошли многие миллионы лет, а все организмы по-прежнему вынуждены «носить в себе капельку моря»? Все дело в том, что органические молекулы могут взаимодействовать только в воде, которая обладает многими уникальными свойствами.

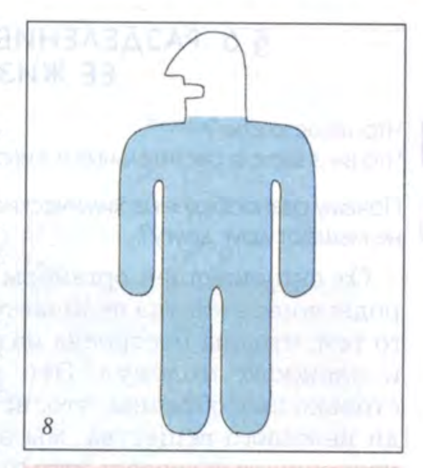
Вода – отличный растворитель, значительно лучший, чем большинство других жидкостей. В ней растворяется значительная часть солей, газов, органических соединений. Все химические реакции в живом организме идут в растворе. В воде растворяются отходы, от которых необходимо избавиться.

Большое количество воды в клетках придает им упругость, позволяет противостоять механическим воздействиям.

Вода обладает способностью поглощать значительное количество тепла при переходе из жидкого состояния в газообразное. Это дает возможность организму освобождаться от избытка тепла путем испарения воды, например при потении.

Наконец, вода служит основой смазочных материалов, необходимых везде, где один орган трется о поверхность другого, например в суставах.

Но мы говорили о «море», а морская вода содержит минеральные соли. В жидкостях тела, нашем «внутреннем море», тоже растворены минеральные соли, примерно те же, что и в морской воде, но в меньших количествах.



Человек на 70% состоит из воды. Отчего тело человека не «расплывается», как наполненный водой воздушный шарик?

В нормальных условиях содержание различных солей в жидкостях тела чрезвычайно постоянно, так как отклонение от нормы может привести к негативным последствиям, а иногда и к смерти.

В организме человека используются и нерастворимые соли, например, как структурные компоненты костей и зубов для придания им жесткости.

Все самые крупные на свете молекулы синтезируются только живыми организмами. Важнейшие классы органических веществ: белки, липиды, нуклеиновые кислоты, углеводы. Строение молекул веществ, особенно белков, очень разнообразно. В организме они «собираются» путем комбинирования в разных сочетаниях небольшого количества молекулярных блоков, свойственных каждому из этих классов.

Белки, липиды, углеводы, ДНК

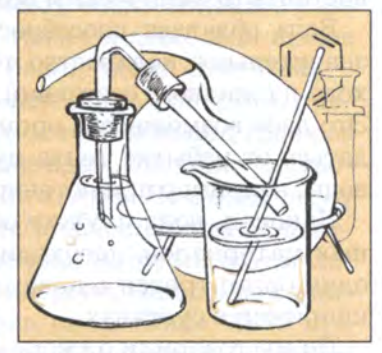
1. Какие группы органических веществ входят в состав клетки?
2. Какую роль играют различные группы органических веществ?
3. Почему вода составляет основу вещества клеток?
4. Что означает фраза: «Все ферменты – белки, но не все белки – ферменты»?
5. Придумайте код, с помощью которого можно зашифровать информацию в длинной последовательности букв, причем для создания кода можно использовать только четыре буквы (а, б, в, г).

6. Почему существуют проблемы борьбы с ожирением, но не существует проблемы борьбы с избытком гликогена?
7. Почему дети так любят сладкое?

§ 6. РАЗДЕЛЕНИЕ ТРУДА В КЛЕТКЕ – ОСНОВА ЕЕ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ


Что такое клетка?
Что вы знаете о растительных и животных клетках?


Почему разнообразные химические реакции в клетке не мешают друг другу?



От окружающей организм неживой природы живая клетка отличается прежде всего тем, что она построена из очень больших и сложных молекул. Эти молекулы настолько своеобразны, что, встретив их среди неживого вещества, мы всегда можем с уверенностью сказать, что это остатки некогда живых клеток. В клетке эти органические молекулы образуют систему, которая может добывать энергию и строительные материалы из окружающей среды.

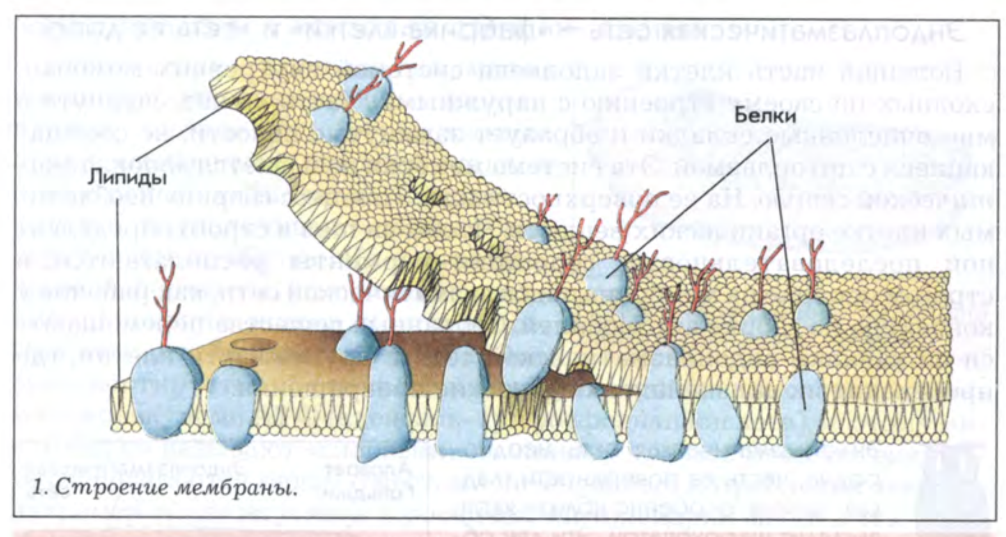
Цитоплазма – жидкая среда клетки

Клеточная мембрана отделяет от внешней среды полужидкое содержимое клетки – **цитоплазму**. Это – водный раствор неорганических и органических веществ. В нем протекают химические реакции, располагаются и взаимодействуют между собой внутренние структуры клетки. Цитоплазма постоянно движется, и с ее током различные вещества перемещаются из одной части клетки в другую. В цитоплазме белки, липиды, углеводы могут накапливаться в виде зерен, кристаллов, капелек.

Клеточная мембрана ограничивает клетку и поддерживает ее химический состав

Клеточная мембрана отделяет внутреннее содержимое одной клетки от других. Основу мембраны составляет двойной слой липидов. Подобно масляной пленке на поверхности воды, она не жесткая, а текучая, легко прогибающаяся, растягивающаяся, меняющая свою форму. Через мембрану свободно проходят вещества, растворимые в масле, а также маленькие незаряженные молекулы кислорода, углекислого газа, воды. А вот для большинства веществ, растворимых в воде, например сахара и соли, мембрана практически непроницаема, поэтому химическая среда внутри клетки отличается от наружной.

Так как некоторые сахара и соли очень нужны клетке, в мембране существуют «контрольно-пропускные пункты». Молекулы специальных белков «пропускают» в клетку необходимые ей вещества, но преграждают путь ненужным, чем обеспечивают *избирательную проницательность* мембраны клетки. Это очень важное свойство, и его отсутствие свидетельствует о гибели клетки.

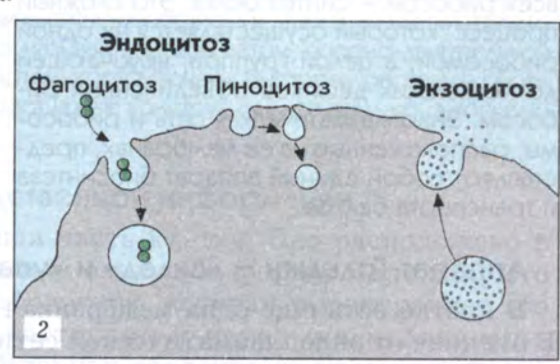


1. Строение мембраны.

Объясните, какова роль липидов и белков в функционировании мембраны.

Живая клетка взаимодействует с окружающими ее клетками. Белковые молекулы мембраны умеют «распознавать» различные химические вещества, служащие разнообразными сигналами, позволяют клеткам «узнавать» друг друга.

Очень крупные молекулы не могут проникнуть в клетку через «контрольно-пропускные пункты», однако значительная часть клеток может и поглощать их, и выделять синтезированные внутри клетки большие молекулы в межклеточную жидкость.



Для чего в клетке используются эндоцитоз и экзоцитоз?

Чтобы выделить какое-либо вещество наружу, клетки упаковывают его в специальные пузырьки. Затем эти пузырьки сливаются с мембраной и открываются во внеклеточное пространство, высвобождая вещество. Этот процесс называется *экзоцитозом.*

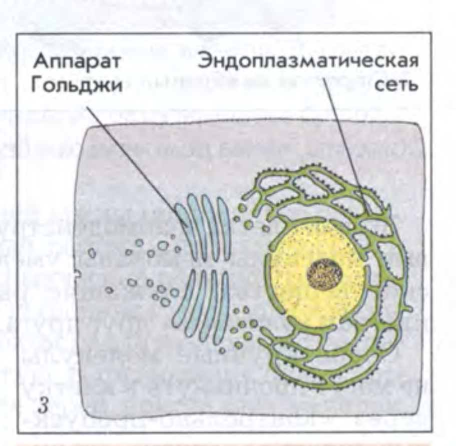
Сходный механизм, но в обратной последовательности – *эндоцитоз* – клетки используют для захвата частиц из окружающей среды. Если клетка поглощает жидкость и растворенные вещества с помощью небольших пузырьков, процесс называется *пиноцитозом*, а если клетка поглощает большие частицы – *фагоцитозом.*

Эндоплазматическая сеть – «фабрика клетки» и «сеть ее дорог»

Большая часть клетки заполнена системой внутренних мембран, сходных по своему строению с наружными. Часть из них свернута в многочисленные складки и образует замкнутые полости, не сообщающиеся с цитоплазмой. Эта система мембран называется *эндоплазматической сетью*. На ее поверхности идет «процесс сборки» необходимых клетке органических веществ. Чтобы он шел в строго определенной последовательности, сборщики-ферменты располагаются в строгом порядке на мембране эндоплазматической сети, как рабочие у конвейера по сборке автомобилей. Собранные вещества перемещаются по каналам эндоплазматической сети в другие части клетки, где происходят их дальнейшие химические превращения.



Эндоплазматическая сеть неоднородна, часть ее поверхности гладкая, другая, особенно вблизи ядра, выглядит шероховатой. Эти две области так и называют – гладкая и шероховатая эндоплазматическая сеть. С поверхностью шероховатой эндоплазматической сети связаны тысячи крошечных телец – **рибосом**. Это – микроскопические тельца округлой формы. Основная функция всех рибосом – синтез белка. Это сложный процесс, который осуществляется не одной рибосомой, а целой группой, включающей до нескольких десятков объединенных рибосом. Эндоплазматическая сеть и рибосомы, расположенные на ее мембранах, представляют собой единый аппарат биосинтеза и транспорта белков.



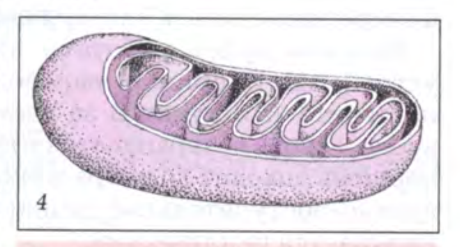
Как строение эндоплазматической сети соответствует ее функции?

Аппарат Гольджи – «склад» и «упаковочный цех» клетки

В клетке есть еще одна мембранная система – **аппарат Го́льджи**. В отличие от эндоплазматической сети мембранные цистерны аппарата Гольджи непосредственно не соединены между собой. Их связь осуществляется с помощью транспортных пузырьков, которые отделяются от одной структуры и присоединяются к другой, передавая ей содержащиеся внутри вещества. В аппарате Гольджи молекулы, образовавшиеся в эндоплазматической сети, проходят дальнейшие химические превращения. Полученные вещества накапливаются, сортируются, а затем в виде крупных и мелких мембранных пузырьков поступают в цитоплазму и либо используются в самой клетке для поддержки ее жизнедеятельности, либо выводятся из нее с помощью экзоцитоза и поступают в другие клетки.

Митохондрии – «силовые станции» клетки

В цитоплазме расположены **митохондрии** – довольно крупные мешковидные органеллы, образованные двумя мембранами: внешней гладкой и внутренней складчатой. Складки – *кристы* – увеличивают поверхность внутренней мембраны. На ней размещаются ферменты, ускоряющие реакции окисления жиров и углеводов. При этом освобождается энергия. Она транспортируется во все части клетки универсальными переносчиками – молекулами **АТФ** (аденозин-трифосфорная кислота), поэтому митохондрии называют «силовыми станциями» клетки. В клетке они часто располагаются рядом с местами интенсивного потребления энергии, например около жгутиков и ресничек. Митохондрий много в тех клетках, где велики энергетические затраты, например в мышечных.



Почему внутренняя мембрана митохондрий имеет складки?

У клеток есть скелет



Если бы клетки были заполнены только вязкой жидкостью – цитоплазмой, они имели бы форму шара. Однако клетки нашего тела обычно имеют гораздо более сложную форму. Дело в том, что цитоплазма пронизана белковыми микротрубочками, которые позволяют клетке сохранять определенную форму, участвуют в перемещении клеточных органелл и движении клетки. Неудивительно, что комплекс микротрубочек называют цитоскелетом, опорно-двигательной системой клетки. Благодаря способности микротрубочек к быстрому распаду и сборке они легко перемещаются и формируют новые конструкции, что придает цитоскелету и клетке значительную гибкость.

Ядро – хранилище наследственной информации

Клеточное ядро – важнейшая часть клетки. Оно расположено в цитоплазме и имеет округлую или овальную форму. Ядро покрыто состоящей из двух мембран оболочкой, которая предохраняет его содержимое от повреждения частицами и крупными молекулами, работающими в цитоплазме. Ядерная оболочка пронизана порами. Через них происходит обмен веществ между ядром и цитоплазмой. Главная функция ядра – хранение и передача ДНК, в которой записана наследственная информация.

«Химическая машина»

Можно обнаружить интересную аналогию между организмом и машиной. Машина работает, а организм живет, используя энергию (топливо) из внешнего источника. Организм поглощает из внешней среды необходимые для жизни компоненты – химические вещества. Именно

из них он извлекает энергию и строит свое тело. В этом смысле организм можно считать «химической машиной».

Машина будет работать, пока поддерживается постоянство ее устройства. Например, паровоз совершает поступательное движение из пункта А в пункт Б за счет того, что все его движущиеся детали вновь и вновь возвращаются в прежнее положение. Колесо делает круг, поршень доходит до упора и снова идет обратно, то есть совершает возвратно-поступательное движение. Такое повторяющееся движение называется циклическим.

Функционирование любого организма, в том числе и человека, тоже построено на циклических процессах и в этом смысле **подобно** машине. Кровь выходит из сердца, делает круг и возвращается в конце концов снова в сердце. Ходьбу обеспечивает возвратно-поступательное движение конечностей.

Циклическими могут быть не только движения, но и химические процессы. Так, например, гемоглобин крови в легких присоединяет кислород, чтобы отдать его в тканях, и снова становится способным присоединять кислород.

Повторяющиеся процессы мы наблюдаем на разных уровнях живого. В биосфере и экосистеме это круговорот веществ. В жизнедеятельности организма – циклы использования поглощенных веществ и выведения ненужных продуктов обмена вовне.

Жизнедеятельность клетки представляет собой сложную систему циклических процессов. Разграничение цитоплазмы мембранами позволяет осуществлять множество химических реакций одновременно. Каждая органелла выполняет определенную функцию в жизнедеятельности клетки.

Цитоплазма, клеточная мембрана, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, ядро



1. Из каких частей состоит клетка?
2. Как происходит разделение труда в клетке?
3. Почему клетку можно назвать «химической машиной»?
4. Зачем люди стремятся разделить помещение на части (квартиру – на комнаты, завод – на цеха и т.п.)?
5. Почему клеточную мембрану называют универсальным строительным материалом клетки?



6. Суммарная поверхность всех клеточных мембран во много раз превышает поверхность самой клетки. Какой в этом биологический смысл?
7. Стратегические запасы энергии в организме создаются с помощью липидов, тактические – с помощью глюкозы. Как вы думаете, почему внутриклеточным переносчиком энергии является АТФ?

§ 7. СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА. ПОВТОРЕНИЕ

1. Что отличает человека от растений?
2. Что отличает человека от животных?
3. Каково место человека в биологической системе?
4. Почему духовная сущность человека не препятствует зоологии относить его к приматам?
5. Почему духовному человеку нельзя обойтись без тела?
6. Как вы понимаете пословицу: «В здоровом теле – здоровый дух»?
7. В чем смысл многоклеточности? Почему не бывает больших одноклеточных организмов?
8. Для чего нужно соподчинение структур организма: системы органов, органы, ткани, клетки, органеллы?
9. Какой сложной системой легче управлять: построенной на принципе соподчинения («вассал моего вассала не мой вассал») или на принципе прямого централизованного управления?
10. Как организовать течение разнообразных, одновременно протекающих процессов в организме так, чтобы они не мешали друг другу?
11. Как вы думаете, что появилось раньше: клетка или органелла, органы или ткани, системы органов или органы?
12. Какие функции выполняют различные типы тканей?
13. Как изменилась бы живая природа, если бы живые организмы не состояли из универсальных молекулярных блоков?
14. Почему говорят о важнейшей роли белков и нуклеиновых кислот в жизнедеятельности организмов?
15. Почему фактически все обычные домашние дела носят циклический характер?

Что означают эти понятия?

Рудименты, атавизмы, биосоциальное существо, анатомия, физиология, гигиена. Системы органов: кожа, опорно-двигательная, пищеварительная, дыхательная, кровеносная, выделительная, эндокринная, нервная и репродуктивная, органы чувств. Ткани: эпителиальная, мышечная, нервная, соединительная. Белки, липиды, углеводы, ДНК. Цитоплазма, клеточная мембрана, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, ядро.

Жизненная задача 1. Походный рацион.

Ситуация: Какая пища предпочтительна при физической нагрузке?

Твоя роль: Руководитель похода.

Описание ситуации: Ты руководишь подготовкой к походу своих одноклассников. При обсуждении вопроса о том, какие продукты больше подходят для восстановления сил на коротких привалах, ты предложил сухофрукты и шоколад, а твой друг – сало и хлеб.

Результат: Обоснуйте точку зрения обоих участников похода.

КАК ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ ОРГАНИЗМА

Этот раздел поможет вам понять:

Какова роль кровеносной, нервной и эндокринной систем в координации функций организма.

Для этого вы должны разобраться в том,

- как кровеносная, нервная и эндокринная системы органов выполняют координирующую функцию;
- отчего координирующие системы имеют сетевое строение;
- каким образом кровеносная система связана со всеми органами, использующими ее транспортные возможности;
- как нервная и эндокринная системы обеспечивают управление всеми функциями организма.

Как использовать в быту элементарные знания основ физиологии человека и медицины, зная симптомы нарушений нормальных функций организма (болезней).

Для этого вы должны запомнить:

- что отклонение пульса, артериального давления, температуры тела, ритма сердечного цикла и состава крови от нормы свидетельствует о нездоровье;
- симптомы некоторых распространенных болезней;
- как оказывать первую помощь при кровотечениях и травмах.

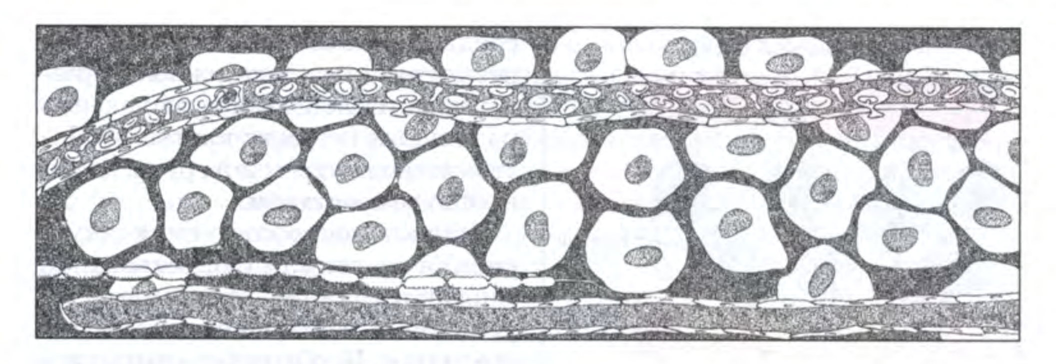
Что такое здоровый образ жизни и как себя вести, чтобы как можно реже болеть.

Для этого вы должны понимать:

- какие факторы благотворно и какие негативно влияют на кровеносную систему.

Проверь себя:

Какую роль в организме животного играют кровеносная и нервная системы?
Почему элементы этих систем проникают во все части организма?



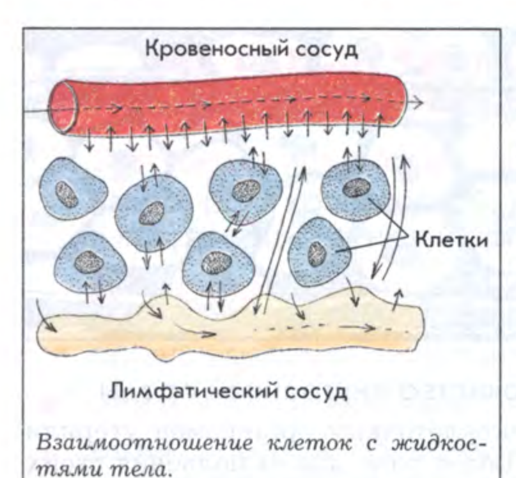
Контроль, управление и постоянство внутренней среды

Специализированные клетки многоклеточных организмов утеряли способность жить самостоятельно. Более того, для выполнения своих функций они нуждаются в определенных условиях. Им необходимы питательные вещества и кислород, избавление от отходов, поддержание постоянной температуры. Они не могут переносить значительных изменений давления, кислотности, присутствия соединений, обладающих высокой химической активностью. Но внешние условия меняются непрерывно. Как создать клеткам режим наибольшего благоприятствования?

С воздушной средой граничит лишь сухая поверхность кожи, образованная ороговевшим веществом умерших клеток, а жизнедеятельность остальных обеспечивается «внутренним морем» – водным раствором различных веществ. Он циркулирует по межклеточным пространствам и двум системам сосудов – кровеносной и лимфатической. При переходе из одной системы в другую раствор меняет свой состав и называется уже иначе.

Клетки непосредственно омываются тканевой жидкостью. Из нее они получают питательные вещества, в нее выделяют продукты обмена. Сама тканевая жидкость постоянно пополняется и обновляется за счет жидкой части – плазмы, которая поступает из тончайших кровеносных сосудов. Избыток тканевой жидкости откачивается в специальную систему лимфатических сосудов и называется лимфой. Проделав довольно сложный путь по лимфатическим сосудам, эта жидкость вновь попадает в кровь. Таким образом, тканевая жидкость, лимфа и кровь составляют единую внутреннюю среду для клеток организма.

Постоянство состава внутренней среды организма – одно из самых жестких условий для нормальной жизнедеятельности клеток. Даже небольшие изменения в ней могут оказаться трагическими, поэтому в организме есть «служба контроля и поддержания постоянства внутренней среды». Главные «работники» этой службы – нервная и эндокринная системы. Благодаря их деятельности состав внутренней



Взаимоотношение клеток с жидкостями тела.

среды колеблется незначительно, несмотря на существенные изменения в поглощении и выделении различных веществ клетками. Постоянство внутренней среды называется **гомеостазом**.

Единая контролируемая внутренняя среда для существования многоклеточного организма – условие обязательное, но не достаточное. Необходимо учитывать и изменения во внешней среде. Информацию о ее состоянии собирают органы чувств. Используя эту информацию, нервная и эндокринная системы настраивают работу органов, тканей и клеток так, чтобы сохранить постоянство внутренней среды.

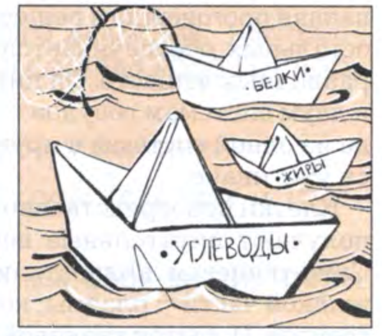
§ 8. «РЕКА ЖИЗНИ» – КРОВЬ



Что такое ткань?
Какова функция крови в организме?
Как кровь обеспечивает целостность организма?
У кого из животных есть кровь?



Для чего нужны жидкие ткани – кровь и лимфа?



Кровеносная система напоминает реку в глухом таежном крае, где нет дорог. Река – единственное, что связывает таежных жителей с внешним миром. По ней доставляют самое необходимое: продукты, топливо, книги, газеты – и отправляют на продажу все, чем богат таежный край. Кровь – самая подвижная часть внутренней среды организма. Двигаясь по «руслам»-сосудам, она играет для клеток организма примерно такую же роль, как река для таежных жителей.

«В наших жилах кровь, а не водица...»

Какую бы часть тела мы ни поранили, из ранки, даже самой незначительной, непременно пойдет кровь. Она присутствует повсюду – придает розовый цвет нашей коже и слизистым оболочкам, кровеносные сосуды видны на склере глаза, пронизывают внутренние органы.

Вряд ли есть на свете люди, которые никогда не видели крови. Это непрозрачная, красная, вязкая жидкость. Основу крови, как и всех тканевых жидкостей, составляет вода. Что же придает крови вязкость?

Возьмем пробирку с кровью и добавим в нее вещество, останавливающее процесс ее свертывания. Когда кровь отстоится, мы увидим, что она потеряла свой равномерный цвет. Образовались три слоя.

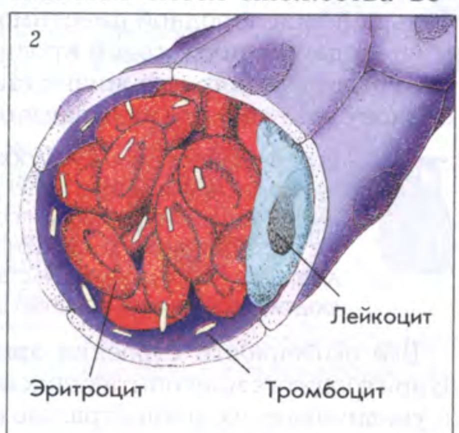
Сверху – прозрачная желтоватая жидкость. Это плазма крови. Нижняя часть пробирки будет красной. Это осели красные кровяные клетки – эритроциты. Тонкая белая полоска между плазмой и эритроцитами образована более легкими белыми кровяными клетками – лейкоцитами.



Клетки составляют 40–45 % крови, а плазма – 55–60 %.

Именно большое количество клеток, взвешенных в плазме, придает крови вязкость. Все клетки крови имеют одинаковое происхождение, так что кровь по праву считают тканью, а так как межклеточного вещества в ней очень много, ее относят к соединительным тканям.

Межклеточное вещество крови – кровь, лишенную клеток, – называют **плазмой**. Это водный раствор сложной смеси множества веществ: белков, липидов, углеводов, различных продуктов обмена и минеральных солей. Молекулы этих веществ очень важны для поддержания постоянства внутренней среды организма (гомеостаза) и для обеспечения функций самой крови. Они присутствуют в крови всегда в строго определенных соотношениях (например, концентрация хлорида Na составляет 0,9%). Для других веществ плазма – просто транспортное средство, они мало влияют на ее свойства, и их количество в крови постоянно меняется.



Лейкоциты обычно движутся ближе к стенке капилляра, в то время как эритроциты заполняют весь его просвет. Самые маленькие форменные элементы – тромбоциты.

Клетки крови называются **форменными элементами.** Существует три группы форменных элементов. Это *эритроциты*, *лейкоциты* и

тромбоциты, или кровяные пластинки. Клетки крови выполняют в нашем теле разнообразную работу – от транспорта кислорода до защиты организма от различных чужеродных вторжений.

Кровь бесперебойно снабжает клетки и ткани всем необходимым. Она доставляет не только питательные вещества, кислород, но и тепло и различные сигнальные молекулы, которые управляют работой клеток. Многие вещества транспортируются плазмой – растворяются в ней и доставляются с ее током к месту назначения. Для других созданы специальные «транспортные контейнеры».

«Транспортный контейнер»

Организм тратит очень много энергии. Для ее получения клеткам нужно доставлять большое количество кислорода. Кислород растворим в воде, следовательно, может растворяться и в плазме крови, но в количестве, недостаточном для получения нужной энергии. К примеру, в 100 мл воды, если ждать достаточно долго, может раствориться примерно 3 мл кислорода. В 100 мл крови за считаные секунды «загружается» 19–20 мл. Транспорт газов – «профессия» **эритроцитов.**

Эритроциты – самые многочисленные клетки крови. У них нет ядра, вся цитоплазма этих клеток плотно заполнена молекулами белка *гемоглобина*. Эти молекулы состоят из двух частей: белковой части – *глобина* и железосодержащего пигмента – *гема*. Гем присоединяет кислород в сотни раз быстрее, чем газ растворяется в воде плазмы. В каждом эритроците находится около 300 млн молекул гемоглобина. Благодаря большой «кислородной вместимости» эритроцитов, их числу и быстрому передвижению с током крови ткани получают достаточное количество этого важного для жизни газа. Гемоглобин придает крови красную окраску, поэтому его называют *дыхательным пигментом.*



Строение молекулы гемоглобина немного меняется, когда к нему присоединяется кислород. Такую молекулу называют *оксигемоглобином*. Это вещество имеет ярко-алую окраску, поэтому кровь, насыщенная кислородом, такого же цвета. В тканях, где концентрация кислорода невелика, его молекулы отделяются от гемоглобина. Он становится более темным, поэтому бедная кислородом кровь имеет красный цвет с синеватым оттенком.

Все особенности строения эритроцита связаны с его «профессией». В эритроцитах млекопитающих нет даже ядра. Это уменьшает их размер и увеличивает их концентрацию в единице объема крови, а следовательно, и общую поверхность взаимодействия с кислородом.

Кислород поглощается всей поверхностью эритроцита. Чем она больше, тем быстрее поглощается кислород. Поэтому эритроциты имеют форму двояковогнутого диска, что, с одной стороны, значительно увеличивает площадь их поверхности, а с другой – укорачивает путь кислорода внутрь клетки – от мембраны к гемоглобину. Такая форма так-

же помогает эритроцитам передвигаться в лабиринте самых мелких сосудов кровеносной системы. Просвет сосудов часто бывает меньше диаметра эритроцитов, но они легко изгибаются и сворачиваются.

Конечный продукт окислительных обменных процессов – углекислый газ – также может присоединяться к гемоглобину и транспортироваться эритроцитами, однако большая его часть растворяется в плазме.

3

Объясните, почему эритроцит в форме диска поглощает кислород значительно быстрее, чем эритроцит в форме шара.

Иногда в организме образуются эритроциты шаровидной или серповидной формы. У таких клеток пониженная пластичность, они плохо проходят через мелкие сосуды и мешают другим, «здоровым» эритроцитам, поэтому клетки «неправильной» формы и «состарившиеся» эритроциты задерживаются и уничтожаются в *селезенке*.

Недостаточность эритроцитов или гемоглобина в них приводит к снижению транспорта кислорода и тем самым к нарушению биологических процессов в тканях.



Иногда вследствие болезни или ранений у людей развивается малокровие, или анемия. Анемия – это снижение способности крови переносить кислород в связи с недостатком гемоглобина. Анемия может быть обусловлена снижением числа эритроцитов или содержания гемоглобина в них. Причины возникновения анемии могут быть различными: наследственные заболевания, кровопотеря, инфекционные заболевания (малярия и др.), радиация и т.д. Гемоглобин – железосодержащий белок, поэтому недостаток железа в пище или нарушение всасывания этого элемента в пищеварительном тракте также приводят к анемии.



Как форма эритроцита помогает ему передвигаться в сосудах?

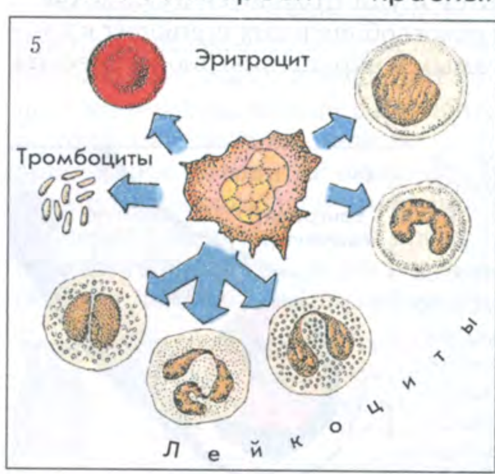
Опасность! Угарный газ

Гемоглобин может соединяться и с другими газами. Например, его соединение с угарным газом (CO – оксидом углерода) в сотни раз прочнее соединения с кислородом. Даже небольшое количество этого газа во вдыхаемом воздухе приводит к тому, что значительная часть гемоглобина связывается с молекулами угарного газа и теряет способность

присоединять кислород. Это смертельно опасно! Угарный газ образуется при неполном сгорании различных видов топлива – бытового газа, бензина, дров. Его много в выхлопных газах автомобильных двигателей, в помещениях, где работают плохо отрегулированные газовые плиты. Если закрыть заслонку печки до того, как дрова окончательно прогорят, большое количество угарного газа скапливается в помещении. Коварство угарного газа состоит в том, что его трудно распознать, так как он бесцветен и не имеет запаха. У человека, надышавшегося угарным газом, возникает головная боль, головокружение, слабость, затем он теряет сознание.

Если вы обнаружили человека в бессознательном состоянии в гараже, где находится автомобиль с включенным двигателем, или в доме, где топилась печь, необходимо как можно быстрее вынести пострадавшего на свежий воздух. Слабое отравление угарным газом обратимо. На свежем воздухе оксид углерода постепенно отщепляется от гемоглобина и выделяется с выдыхаемым воздухом.

«Колыбель крови» – красный костный мозг



Стволовые клетки – прародительницы клеток крови. Почему клетки крови не могут делиться?

Срок жизни клеток крови невелик – от нескольких дней до нескольких недель. Они все время возобновляются. Все типы клеток крови ведут свое происхождение от стволовых клеток, расположенных в специальной соединительной кроветворной ткани. Она заполняет внутренние полости некоторых костей, например ребер, и называется *красным костным мозгом.* Стволовые клетки так усиленно делятся, что вся ткань костного мозга заполнена созревающими клетками крови. В кровяное русло поступают зрелые клетки, способные выполнять свои функции.

Кровь – жидкая соединительная ткань. Она состоит из плазмы и форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов. Главная функция крови – транспортная. Плазма переносит органические и минеральные вещества. Эритроциты переносят кислород и углекислый газ. Клетки крови живут недолго, новые клетки постоянно образуются в красном костном мозге.

Плазма, форменные элементы, эритроциты



1. Из чего состоит кровь?
2. Что и как транспортирует кровь?
3. Почему «здоровый» эритроцит имеет форму двояковогнутого диска?
4. Чего надо опасаться, когда топишь печь?
5. Какова роль крови в поддержании постоянства внутренней среды?



6. Одинаково ли количество эритроцитов в крови у жителей высокогорий и равнин? Как будут отличаться эти величины?
7. Могут ли эритроциты человека размножаться?

Лабораторная работа: Изучение препарата мазка крови

Рассмотрите препарат мазка крови под микроскопом. Какие клетки вы видите? Каковы особенности каждого типа клеток? Сколько клеток каждого типа находится в поле зрения? Зарисуйте препарат.

§ 9. КЛЕТКИ КРОВИ НА СТРАЖЕ ЗДОРОВЬЯ



Какие опасности подстерегают живой организм? Почему опасна потеря крови?



Как кровь защищает человека?



Тромбоциты и остановка кровотечения

Тромбоциты – это плоские, неправильной формы, различные по величине фрагменты клеток. Главная функция тромбоцитов – защитная, т.е. остановка кровотечения. Если бы не существовало механизма защиты от кровопотерь – **свертывания крови**, мы с вами погибли бы при первом же пустяковом ранении от непрекращающегося кровотечения. Однако при гемофилии (наследственной болезни) резко понижается свертываемость крови. Это создает множество проблем в жизни больного человека.

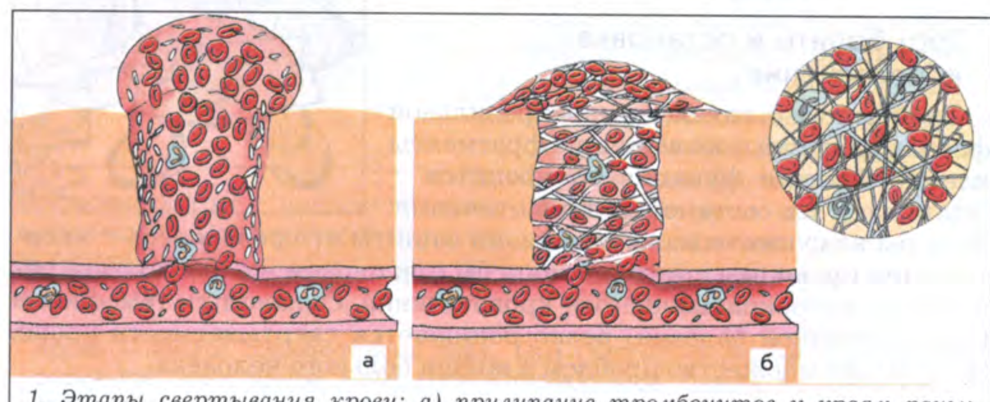


Обычно в крови тромбоциты находятся в неактивированном состоянии. Разрушение сосуда служит сигналом для запуска механизмов остановки кровотечения. Кровь начинает вытекать из сосуда, а тромбоциты вступают в контакт с соединительной и мышечной тканями поврежденного сосуда. Это ак-

тивирует тромбоциты, они прилипают к тканям поврежденного участка, слипаются друг с другом, их мембраны становятся более проницаемыми, и из них выходят сосудосуживающие вещества. Под действием этих веществ, а также нервных сигналов просвет сосуда сокращается, а затем и полностью перекрывается прилипшими клетками. У здорового человека кровотечение из мелких сосудов при их ранении останавливается за 1–3 мин.

Если повреждение велико и сосуд сокращается недостаточно для остановки кровотечения, тогда в действие вступает механизм **свертывания крови**. Так называется процесс превращения жидкой крови в эластичный сгусток – *тромб*. Тромбоциты выделяют не только сосудосуживающие вещества, но и фермент, запускающий сложную цепь реакций, ведущих к превращению растворимого белка крови *фибриногена* в нерастворимый *фибрин*. Одно из важнейших свойств фибрина – его способность образовывать длинные волокна. Они сплетаются в сеть, которая захватывает все клетки крови. Получившийся сгусток закрывает просвет, препятствуя кровотечению. Через несколько часов нити фибрина укорачиваются, как бы «отжимая» сгусток крови. Из сгустка выдавливается *сыворотка* – лишенная фибрина плазма крови – и образуется плотный красный тромб, состоящий из нитей фибрина и запутавшихся в них форменных элементов крови.

Действием, активирующим тромбоциты, могут обладать не только поверхности кожи, мышц, соединительной ткани, но и некоторые жирные кислоты и даже стекло, поэтому кровь способна свертываться и вне организма. Напротив, поверхность эндотелия – ткани, выстилающей сосуды изнутри, – таким активирующим действием не обладает. Это снижает вероятность образования тромбов внутри сосудов. Образование тромбов и даже частичная или полная закупорка ими кровеносных сосудов очень опасны. Для предотвращения свертывания крови в ней есть специальные вещества – антикоагулянты. Таким образом, в крови присутствуют сразу две системы – свертывающая и противосвертывающая, которые у здоровых людей находятся в равновесии.



1. Этапы свертывания крови: а) прилипание тромбоцитов к краям раны; б) образование нитей фибрина, формирование тромба.

Каковы защитные функции тромба?

«Странники» – лейкоциты

В отличие от эритроцитов и тромбоцитов лейкоциты гораздо более разнообразны, но имеют ряд общих черт. Они бесцветны, за что и получили название «белые клетки крови». У них, как и у большинства клеток, есть ядра. Наконец, все решаемые этими клетками задачи направлены на защиту нашего организма от чужеродных вирусов, бактерий, веществ, предметов и собственных разрушающихся или работающих «неправильно» клеток. Таким образом, лейкоциты – основа **защитной** функции крови. Многие из них способны к фагоцитозу, они захватывают, убивают и переваривают бактерии. Некоторые лейкоциты настолько велики, что способны поглощать и переваривать даже простейших.



В чем сходство и в чем отличие разных типов лейкоцитов?

Большинство лейкоцитов функционируют не в крови, а странствуют по организму. Кровь переносит их туда, где они нужны, и лейкоциты выходят в ткани через стенки мелких кровеносных сосудов. Они способны к самостоятельному движению и движутся, подобно амебе, образуя ложноножки. Если очаг вторжения инфекции достаточно велик и вступившие в борьбу лейкоциты не справляются, они могут «объявить химическую тревогу», подавая сигнал о помощи другим.



3. Лейкоциты спешат к месту воспаления.

Какие свойства лейкоцитов связаны с их «профессией»?

Наш организм обладает мощной защитной системой, и речь о ней впереди, так что мы еще вернемся к удивительным «странникам» – лейкоцитам.

Зачем нужен анализ крови?

Вам наверняка приходилось сдавать свою кровь на анализ. Что же можно узнать о здоровье человека по одной капле крови? Подсчитав количество эритроцитов и концентрацию гемоглобина в них, можно узнать, насколько эффективен процесс дыхания. Вы помните, что, если кровь в пробирке лишить возможности свертываться, клетки начнут

оседать на дно. По скорости их оседания также можно судить о здоровье человека. Этот показатель называют скорость оседания эритроцитов (СОЭ). СОЭ может быть повышена по многим причинам. Например, если в крови резко уменьшилось количество эритроцитов и ее вязкость снизилась или при воспалительных процессах, когда увеличивается склонность эритроцитов к слипанию в «комки». Количество лейкоцитов сообщит нам, не идет ли в организме воспалительный процесс, и если он идет, то по соотношению типов белых клеток крови можно судить о характере заболевания. Такую информацию можно получить после проведения самого общего анализа крови. Более детальное исследование позволяет получить сведения о количестве в крови различных веществ, например ферментов. Для клеток разных тканей характерен различный набор этих белков. Если по какой-либо причине некоторые клетки начали разрушаться, то по присутствию в крови тех или иных ферментов можно судить о том, какие органы повреждены и в какой степени.

	Результат	Норма
Гемоглобин	131	Мужчины – 130–160 г/л Женщины – 120–140 г/л
Эритроциты	4	Мужчины – $4–5 \times 10^{12}$ клеток/л Женщины – $3{,}9–4{,}7 \times 10^{12}$ клеток/л
Лейкоциты	12	$4–9 \times 10^{12}$ клеток/л

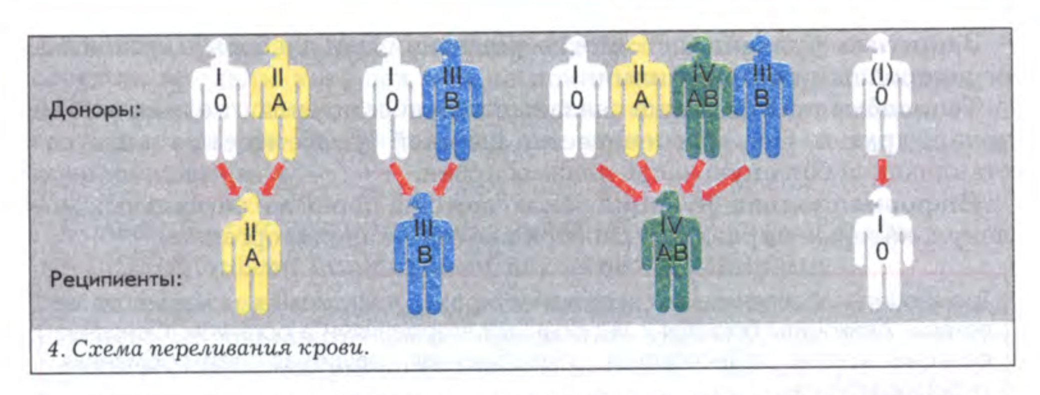
Что скажет врач, ознакомившийся с результатами анализа крови, больному?

«Родная кровь»

Во время операций, при тяжелых ранениях, ожогах, некоторых заболеваниях человек теряет много крови. Это очень опасно, и переливание крови для восполнения ее объема порой является единственным средством для спасения пострадавшего. Кровь для переливания берут у других людей. Человека, дающего кровь, называют **донором**, а ее получающего – *реципиентом*.

Сейчас переливание крови одного человека другому – обычная процедура при многих травмах и заболеваниях. Но человечество шло к этому сотни лет. Лишь после открытия **групп крови** подобная процедура стала безопасной для здоровья человека.

Кровь одного человека не всегда совместима с кровью другого. Если смешать на стекле кровь, взятую у разных людей, в большинстве случаев эритроциты склеятся в комочки, а затем могут и разрушиться. То же самое происходит с эритроцитами и в сосудах при неправильном



4. Схема переливания крови.

переливании крови. В результате закупорки капилляров комочками эритроцитов могут возникнуть осложнения, иногда даже смертельные.

Исследователи выявили четыре группы крови. Их обозначают римскими цифрами I, II, III, IV или символами 0 (ноль), А, В и АВ. Группы крови отличаются друг от друга набором веществ, вызывающих склеивание эритроцитов. Кровь разных людей с одной и той же группой крови совместима.

Кровь первой группы можно переливать людям с любой группой крови. Люди с первой группой крови называются универсальными донорами. Им же самим можно переливать кровь только их группы. Существуют и универсальные реципиенты – люди с четвертой группой крови. Им можно переливать кровь любой группы. Людям второй и третьей группы крови можно переливать кровь первой и их собственной группы. Группа крови – наследственный признак, поэтому на протяжении жизни она не изменяется.



Существуют и другие факторы, отличающие кровь одного человека от другого. Например, резус-фактор. Это особый белок, обнаруженный в 1940 г., содержащийся в крови обезьян – макак-резусов (отсюда и название). Оказалось, что у 85 % людей в крови содержится этот белок, их называют *резус-положительными* (Rh+), а у 15% людей в крови нет этого белка, их называют *резус-отрицательными* (Rh-). После переливания резус-положительной крови резус-отрицательному человеку в крови у последнего на чужеродный белок вырабатываются специфические вещества-антитела, поэтому повторное введение может вызвать у него склеивание эритроцитов и тяжелое шоковое состояние. Аналогичный конфликт может возникнуть между резус-отрицательной матерью и резус-положительным плодом. Вырабатываемые организмом антитела угрожают здоровью и жизни ребенка.

Основные функции крови

Транспортная функция состоит в переносе газов, питательных и минеральных веществ, гормонов.

Газообменная функция заключена в обмене углекислого газа на кислород в легких и кислорода на углекислый газ в тканях.

Защитная функция состоит в свертывании крови и борьбе организма с чужеродными вторжениями.

Теплообменная функция связана с переносом тепла от одних частей тела к другим. Она обеспечивается высокой теплоемкостью воды, составляющей бóльшую часть плазмы крови.

Информационная функция заключается в переносе сигнальных молекул, которые управляют работой клеток, тканей и органов.

Тромбоциты обеспечивают свертывание крови, предохраняя человека от ее потери. Лейкоциты борются с инородными вторжениями в организм. Основные функции крови: транспортная, газообменная, защитная, теплообменная, информационная.

Лейкоциты, тромбоциты, свертывание крови, группы крови



1. Как организм защищается от потери крови?
2. О чем может свидетельствовать увеличение количества лейкоцитов в крови?
3. Какие форменные элементы связаны с группами крови?
4. Каковы основные функции крови?



5. С какими проблемами сталкивается человек, у которого плохо свертывается кровь?
6. Чем обусловлено большое разнообразие лейкоцитов по сравнению с другими форменными элементами крови?
7. Почему важно знать свою группу крови?

§ 10. ГЛАВНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗМА



Каковы особенности строения кровеносной системы наземных позвоночных?
Что такое четырехкамерное сердце?



В легких происходит поглощение кислорода. Как его доставить каждой клетке тела? Каждая клетка выделяет отработанные продукты. Как доставить их к почкам? Как решить эти и аналогичные задачи?

Кровь может выполнять свои разнообразные функции, только находясь в постоянном движении. Она циркулирует по организму с большой скоростью. Например, эритроцит, который доставляет нашим клеткам кислород, проходит путь от сердца до колена менее чем за 30 сек. Для

движения крови в нашем организме проложено множество «дорог» – **сосудов**, пределы которых она не покидает. Энергию, необходимую для движения по сосудам, крови сообщает главный орган кровеносной системы – **сердце**. Непрерывный ток крови по сосудам называется **кровообращением**.

Большой круг кровообращения снабжает кислородом и питательными веществами все ткани организма

У человека, как и у всех млекопитающих, четырехкамерное сердце заставляет кровь двигаться по замкнутому контуру. Он образует согнутую восьмерку, верхняя половинка которой – малый круг кровообращения – вложена в нижнюю – большой круг кровообращения. В узле пересечения двух кругов находится сердце.

Левая и правая половины сердца – это два «насоса», работающих в едином ритме. Левый «насос» направляет богатую кислородом **артериальную** кровь в **большой круг кровообращения** ко всем органам тела. Правый «насос» наполнен бедной кислородом и богатой углекислым газом **венозной** кровью. От него по сосудам **малого круга** кровь поступает к легким, где обогащается кислородом, а затем снова возвращается к сердцу.

Артерии (артериолы) – это сосуды, по которым кровь течет от сердца к органам. Из левого желудочка кровь выталкивается в самую крупную артерию – *аорту*. Отходя от желудочка, она изгибается, образуя дугу аорты, а затем идет в брюшную полость, где получает название брюшной аорты. К органам – головному мозгу, сердцу, легким, печени, почкам, мышцам, коже и т.д. – от аорты отходят многочисленные артерии. Подходя к тканям, артерии ветвятся, увеличиваясь в количестве и уменьшаясь в диаметре. Самые мелкие артерии разветвляются на тончайшие сосуды – **капилляры**, образующие в тканях различных органов густую сеть.

Общее количество капилляров огромно. Протяженность отдельного сосуда редко превышает 1 мм, но суммарная длина всех капилляров тела человека составляет около 100 тыс. км. Если представить себе общую поверхность этих сосудов в виде единой плоскости, ее площадь составит около 1500 га. Слой крови на этой поверхности составит всего 7–8 микрометров.

В капиллярах принесенный кровью гемоглобин отдает кислород, который вместе с питательными веществами проникает в ткани. Кровь поглощает из тканей углекислый газ и продукты жизнедеятельности и уносит их. В результате этого обмена кровь становится бедной кислородом – венозной.

Капилляры собираются в **вены** – сосуды, по которым кровь течет от органов к сердцу. По мере слияния этих сосудов их диаметр возрастает. В некоторых органах брюшной полости, например в печени, вены, несущие кровь от кишечника, распадаются на еще одну систему капил-

1. Большой круг кровообращения.

За что большой круг кровообращения получил свое название? Где по нему течет артериальная кровь, а где венозная? Где кровь течет по артериям, а где – по венам?

ляров и только потом поступают к сердцу. Этот участок кровотока называется воротной системой печени. Здесь вещества, поступившие в кровь из кишечника, проходят строгую проверку на их безопасность для организма.

Вены несут кровь в правое предсердие, где и заканчивается большой круг кровообращения. Это не только длинный путь. Площадь поверхности стенок тонких сосудов очень велика, велика и сила трения крови о них. Для того чтобы протолкнуть кровь по сосудистому руслу, нужно вытолкнуть ее из сердца с очень большой силой. Вот почему мышца стенки левого желудочка толстая и мощная.



Из крови, проходящей через камеры сердца, сама сердечная мышца ничего не может извлечь для собственного питания. Поэтому она, так же как и другие органы, специально снабжается артериальной кровью. Две артерии, идущие к сердцу, отходят от аорты

примерно в 1 см от ее начала. Они, как корона или венец, опоясывают сердце и поэтому называются коронарными, или венечными. Веточки коронарных сосудов проникают в толщу сердечной мышцы, снабжая ее питательными веществами и кислородом. Вены, собирающие кровь от сердечной мышцы, впадают несколькими протоками прямо в правое предсердие.



2. Кровоснабжение сердца.

Каких сосудов не хватает на этом рисунке?

Из правого предсердия, «конечного пункта» большого круга кровообращения, кровь поступает в правый желудочек, где начинается малый круг кровообращения.

Малый круг кровообращения обеспечивает обогащение крови кислородом

Малый круг называют также легочным кругом, так как кровь направляется в легочные артерии. Обратите внимание: *по легочным артериям течет венозная кровь.*

Легочные артерии ветвятся в легочных пузырьках, делятся на капилляры, и содержащийся в капиллярах углекислый газ покидает кровь, а кислород поступает в нее. Кровь становится алой артериальной и по легочной вене возвращается в левое предсердие, оканчивая малый круг кровообращения. *По легочным венам течет артериальная кровь.* Малый круг кровообращения значительно короче большого, количество капилляров гораздо меньше, трение крови не так велико, поэтому стенки правого желудочка не такие мощные, как стенки левого.



3. Малый круг кровообращения.

За что малый круг кровообращения получил свое название? Где по нему течет артериальная кровь, а где венозная? Где кровь течет по артериям, а где – по венам?

Система кровеносных сосудов несет кровь ко всем органам тела. Выходящие из сердца артерии разветвляются на капилляры, в которых происходит обмен веществ между кровью и тканями. По венам кровь вновь собирается в сердце. Сосуды большого круга разносят богатую кислородом артериальную кровь по всему телу, возвращая к сердцу венозную. Малый круг идет от сердца к легким, откуда кровь возвращается к сердцу, обогащенная кислородом.
Таким образом, система кровообращения, пронизывая весь организм, обеспечивает транспорт веществ. Она доставляет тканям кислород от легких, питательные вещества от кишечника, тепло от работающих мышц, а также уносит отходы жизнедеятельности клеток к почкам.

Большой и малый круги кровообращения, артерии, вены, капилляры, артериальная и венозная кровь



1. Какие сосуды несут кровь от сердца и к сердцу?
2. Чем отличается большой и малый круги кровообращения?
3. Всегда ли по артериям течет артериальная кровь, а по венам – венозная?



4. Могла ли кровеносная система человека состоять из одного круга? Предположи, что для этого должно быть изменено.
5. Кровь попадает в легкие дважды: один раз – проходя по большому кругу кровообращения, а в другой раз – по малому. Для чего?
6. В чем сходство и различие системы кровообращения и дорожной сети?

§ 11. НЕУТОМИМОЕ СЕРДЦЕ



Какова роль и место сердца в кровеносной системе?
Каковы особенности строения сердца млекопитающих?



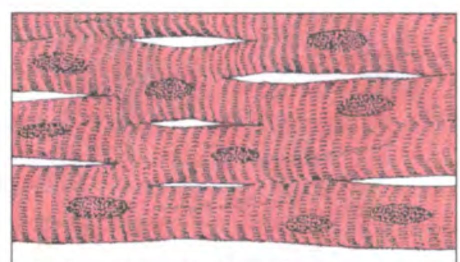
Почему не устает сердце, ведь оно работает всегда?



Ткани сердца

Сердце – мышечный орган. Его основу составляет специальная **сердечная мышца** (*миокард*). Она состоит из волокон – цепочек клеток, соединенных «конец в конец» и заключенных в общую оболочку. Мышца сердца, подобно нервной ткани и скелетным мышцам, принадлежит к возбудимым тканям, способным к сокращению. Межклеточные контакты миокарда устроены так, что возбуждение быстро передается от клетки к клетке, охватывает все мышечные волокна – и они сокращаются.

В сердечной мышце есть необычные участки, которые носят название **проводящей системы сердца**. Их клетки способны самопроизвольно сокращаться в определенном ритме. Благодаря работе этих клеток изолированное сердце, помещенное в питательную среду, работает в том же ритме, что и в организме. Это свойство называется **автоматией**.



1. Строение сердечной мышцы.

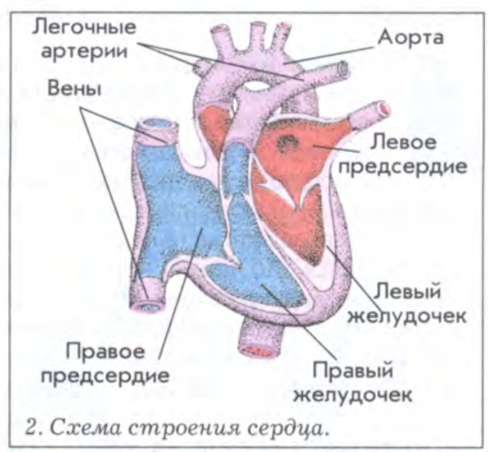
Поперечная исчерченность миокарда – отражение регулярно уложенных белковых сократимых нитей внутри клетки.

Снаружи сердце и начальные участки выходящих из него крупных сосудов покрыты перикардом – прочным двухслойным мешком из соединительной ткани. Между слоями перикарда содержится небольшое количество водянистой жидкости, которая, действуя как смазка, позволяет им свободно скользить друг по другу при расширении и сокращении сердца и снижает трение сердца об окружающие органы.

Изнутри сердце выстлано эндокардом – гладкой эпителиальной тканью, которая уменьшает трение вязкой крови о стенки сердца и препятствует свертыванию крови и образованию тромбов.

Клапаны сердца

Сердце человека состоит из двух **предсердий** и двух **желудочков**. Предсердия перекачивают кровь в желудочки, что не требует больших усилий, поэтому мышечный слой их стенок достаточно тонкий. Перегородка между предсердиями и желудочками, к которой крепятся мышечные стенки этих камер сердца, состоит из прочной соединительной ткани, за исключением небольшого пучка мышц проводящей системы.



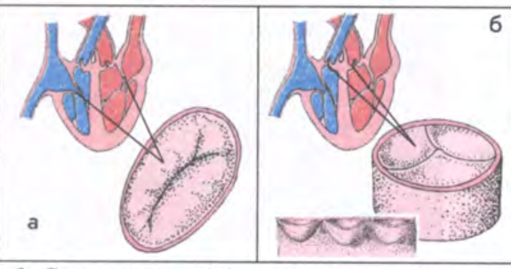
2. Схема строения сердца.

Обратите внимание на то, что сердце на схеме показано спереди, и поэтому его правая половина на рисунке расположена слева.

Какие особенности строения сердца указывают на его «насосную» функцию?

Для того чтобы кровь двигалась в одну сторону, сердце снабжено **клапанами**, которые автоматически закрываются и не дают крови течь в обратном направлении.

Представьте себе наполненную водой резиновую грушу с двумя



3. Створчатые (а) и полулунные (б) клапаны сердца.

Как повлияет на работу сердца изменение формы, размера, пластичности одного или нескольких клапанов?

трубками, отходящими от нее в разные стороны. Сожмите грушу – и вода брызнет в обе стороны. Чтобы вода потекла в одну сторону, нужно перекрыть одну из трубок. В сердце для этого существуют клапаны. Они расположены «на входе» и «на выходе» обоих желудочков сердца. Между предсердиями и желудочками расположены *створчатые клапаны.*



Они образованы перепончатыми «листками» эндокарда (створками), свешивающимися в желудочки. Свободные концы этих створок прикреплены тонкими сухожильными связками к выростам миокарда – сосочковым мышцам, расположенным на дне и стенках желудочков. При сокращении желудочков створки закрываются, связки натягиваются и не дают створкам вывернуться в предсердие. Клапан в правой части сердца – трехстворчатый, а в левой части – двустворчатый.

На выходе из желудочков в артериальные стволы расположены клапаны, которые из-за формы их створок называют *полулунными.* По форме они напоминают кармашки на детском фартуке.

Артериальные стволы упруги и «раздуваются», принимая кровь. Когда желудочки начинают расслабляться, кровь из «раздувшейся» аорты устремляется обратно в зону пониженного давления – в желудочки. Клапаны-кармашки заполняются кровью, «оттопыриваются» и плотно закрывают просвет.

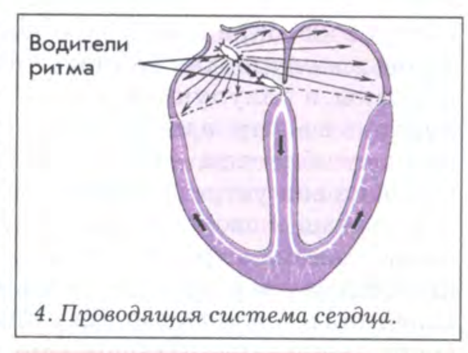
Иногда в результате различных заболеваний изменяется форма клапанов, они сморщиваются, не полностью закрывают соответствующее отверстие, поэтому кровь частично возвращается в те отделы, из которых она поступила. Бывает, створки клапанов срастаются, что мешает нормальному току крови. В обоих случаях мышцам желудочков приходится развивать большое давление, чтобы выбросить кровь в аорту с той же силой. При нарушении работы клапанов в сердце возникают «водовороты» в течении крови. Они создают дополнительные шумы, которые врач может услышать с помощью всем знакомого прибора – стетоскопа.

Система, задающая ритм сокращений, расположена в самом сердце



Отчего бьется сердце? Мы уже говорили о том, что в миокарде существует проводящая система, которая периодически самопроизвольно сокращается. Задают ритм сокращения так называемые «водители ритма» – небольшие участки проводящей системы, расположенные в стенке правого предсердия. От них волна сокраще-

ния распространяется по сердечной мышце. Между предсердиями и желудочками расположена перегородка из невозбудимой соединительной ткани. Единственный путь, по которому возбуждение может пройти к желудочкам, – проводящая система сердца. Она пронзает соединительнотканную перегородку и делится на два пучка, а затем на отдельные волокна. Возбуждение проходит по проводящей системе, распространяется по мышце желудочков – и она сокращается. Таким образом, ритм сердечных сокращений возникает в самом сердце.



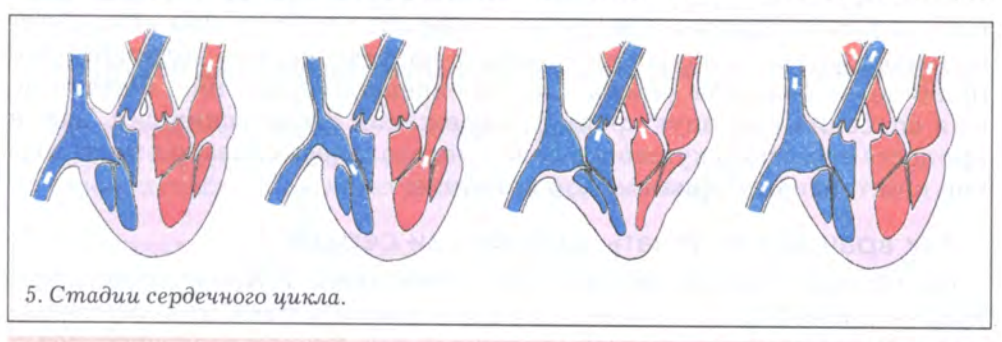
4. Проводящая система сердца.

К чему приведет разрушение участка проводящей системы сердца?

Сердечный цикл

Сердце всегда заполнено кровью. Меняется только ее количество. Нагнетательная, «насосная», функция сердца основана на чередовании сокращения и расслабления предсердий и желудочков. Сокращение сердечной мышцы называется *си́столой*, а расслабление – *диа́столой*. Период от одного сокращения предсердий до другого является **сердечным циклом**. Рассмотрим стадии этого цикла.

Расслабленное сердце заполнено кровью, поступившей в него из вен. Возбуждение, возникшее в водителе ритма, охватывает заполненные кровью предсердия. В результате они сокращаются и проталкивают порцию крови в расслабленные желудочки. Эта стадия цикла – *систола предсердий*. В другой части проводящей системы возникает небольшая задержка возбуждения, поэтому в один и тот же момент предсердия находятся в состоянии систолы, а желудочки – в состоянии диастолы. Затем возбуждение мышц достигает желудочков, и



5. Стадии сердечного цикла.

Найдите на схеме систолу и диастолу предсердий и желудочков. Когда же сердце отдыхает?

следует их сокращение, то есть *систола желудочков.* Как только давление в желудочках начинает нарастать, захлопываются створчатые клапаны, а полулунные открываются. Кровь поступает из левого желудочка в аорту, а из правого – в легочные артерии. После этого сердце расслабляется, давление в предсердиях и желудочках падает, и кровь из вен устремляется в сердце.

Во время систолы желудочки принимают округлую форму и с силой прижимаются к грудной стенке. Именно этот удар мы ощущаем, когда прикладываем руку к груди примерно между пятым и шестым ребром. Посчитайте количество этих ударов за минуту, и вы узнаете частоту сокращений вашего сердца. Нормальный ритм работы сердца составляет 70–75 сокращений в минуту. Длительность всего сердечного цикла – 0,8 сек. Из них: 0,1 сек. сокращается предсердие, 0,3 сек. занимает сокращение мышц желудочков, а оставшиеся 0,4 сек. вся сердечная мышца расслаблена. В эти доли секунды сердечная мышца отдыхает.

Работа сердца зависит от нашего организма, но не зависит от воли

Управляющие системы организма – нервная и эндокринная – могут повлиять на работу сердца, но не могут его остановить. Частота сокращений сердечной мышцы возрастает от физической нагрузки на организм, волнения, переживаний, восторга, интенсивной умственной деятельности. Недаром говорят «сердце готово выскочить из груди». В полном покое сердце перекачивает около 5 л крови в минуту, а при физических нагрузках эта величина может достигать 30 л.

Но, обратите внимание, во всех этих случаях сердце в отличие, скажем, от руки совершает свою работу помимо нашей воли. В минуты волнения частота сердцебиения усиливается независимо от наших желаний. Такое положение вещей целесообразно, иначе приходилось бы непрерывно думать о том, достаточно ли часто бьется сердце.

Мы привыкли к мысли о целесообразном устройстве организма. Но на первый взгляд усиление частоты сердцебиений у взволнованного человека лишено смысла, ведь сам акт возбуждения не требует большого расхода энергии. Однако у наших предков волнение, как правило, порождала угроза. Оно предвещало сражение, бегство во имя спасения или иную форму напряжения физических сил. Так, в процессе эволюции душевное волнение оказалось связано с подготовкой к интенсивной физической нагрузке.

Как врач может узнать, здорово ли сердце

Сокращение предсердий происходит беззвучно. При сокращении желудочков створчатые клапаны сердца захлопываются, издавая характерный тупой звук – первый сердечный тон. Второй сердечный тон – звук, похожий на щелчок, – издают захлопывающиеся полулунные клапаны, когда желудочки начинают расслабляться. Эти тоны слышны

и просто ухом, как быстро следующее друг за другом «тук-тук». Стетоскоп же позволяет слышать и дополнительные звуки, когда работа клапанов сердца нарушена. Они тише и не так отчетливы, как тоны сердца. Это так называемые шумы сердца.

При возбуждении мышц возникают слабые электрические токи. Они создают электрическое поле, которое можно зарегистрировать с поверхности тела с помощью специального прибора – электрокардиографа. Электрическая активность сердца, записанная с помощью такого прибора, называется **электрокардиограммой** (ЭКГ). На основе электрокардиограммы врачу удается достаточно точно судить о том, есть ли нарушения в работе сердца обследуемого человека и если есть, то каков их характер.



Электрокардиограмма позволяет узнать, здорово ли сердце человека: P – распространение возбуждения по миокарду предсердий; QRS – возбуждение охватывает миокард желудочков; T – возвращение миокарда в состояние покоя; T–P – период покоя (диастола) всей сердечной мышцы.

Сердце – мышечный орган, состоящий из двух предсердий и двух желудочков, разделенных клапанами. Сердце обладает автоматией, а, кроме того, его работа может регулироваться с помощью нервной и эндокринной систем. Сердечный цикл состоит из сокращения предсердий, сокращения желудочков и расслабления сердечной мышцы.

Предсердие, желудочек, клапаны сердца, сердечный цикл, автоматия сердца



1. Как строение сердца связано с его функциями?
2. Из каких фаз состоит сердечный цикл?
3. Какими способами врач может определить заболевание сердца?

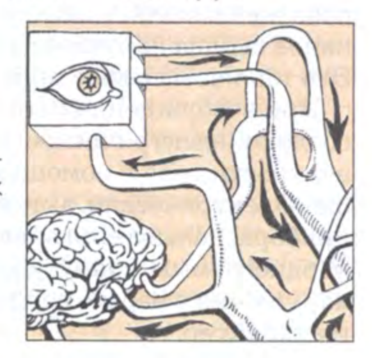


4. Как регулируется деятельность сердца?
5. Как вы думаете, почему во многих пословицах и поговорках такие чувства, как волнение, любовь, страх, радость, связывают с сердцем? Вспомните эти пословицы и поговорки.
6. Работа сердца не связана с нашей волей. Приведите пример другой функции, осуществляемой независимо от воли.

§ 12. ТРАНСПОРТНЫЕ «МАГИСТРАЛИ» – СОСУДЫ



Что такое замкнутая кровеносная система?
Какие сосуды входят в кровеносную систему?
Какая кровь течет по артериям и венам?



!! По артериям кровь течет благодаря давлению, созданному сердцем, но что заставляет ее возвращаться к сердцу по венам?

Сосуды имеют различное строение в соответствии со своими функциями

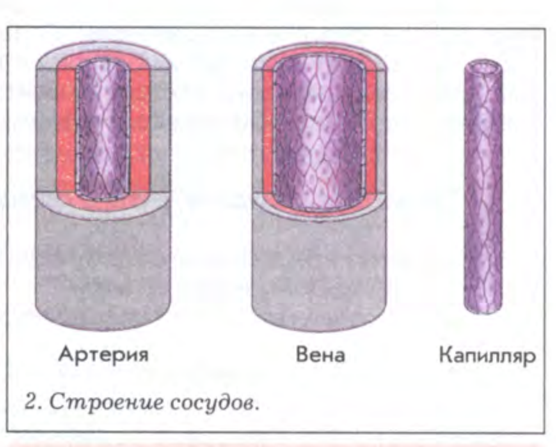


У человека замкнутая кровеносная система – кровь движется по «трубопроводу», состоящему из трех типов сосудов: артерий, вен и капилляров.
Вены и артерии – это участки «трубопровода», обеспечивающие быстрое и беспрепятственное движение крови по организму, поэтому в их строении много общего. Снаружи эти сосуды покрыты соединительнотканной оболочкой, затем следует мышечный слой, а изнутри они выстланы одним слоем эндотелиальных клеток. Эндотелий делает внутреннюю поверхность сосуда гладкой и уменьшает трение крови о его стенки, одновременно препятствует свертыванию крови внутри сосудов.
Однако в строении вен и артерий есть и различия. Соединительная ткань и мышечный слой артерий толще, чем у вен, что придает им упругость и позволяет выдерживать большое давление крови при выталкивании ее из сердца. Строение вен также имеет свои особенности – их эндотелий образует карманообразные клапаны, похожие на те, что имеются между желудочком и аортой в сердце. Эти приспособления, как мы убедимся впоследствии, необходимы для движения крови по венам.



1. Капиллярная сеть.

Почему необходима такая густая сеть капилляров?



2. Строение сосудов.

Как строение вен и артерий связано с их функцией?

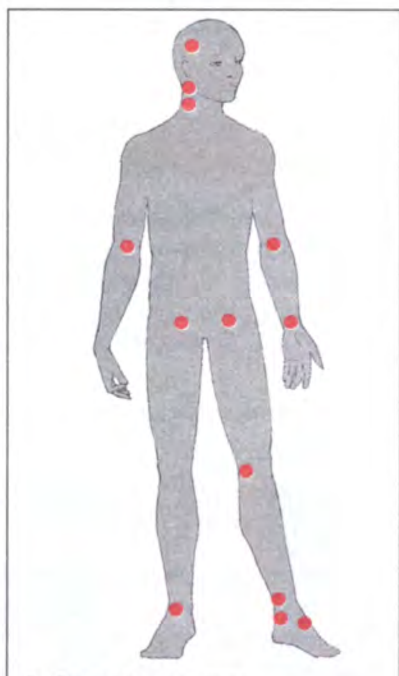
Функция капилляров совершенно иная, нежели функция вен и артерий. Их главная задача – обмен веществ между кровью и тканями. Поскольку суммарное сечение капилляров много больше, чем у артерий или вен, давление крови и скорость ее течения в них невелики, а стенки тонки, что способствует обмену веществ.

Пульс

Движение крови по сосудам происходит за счет перепада давления в различных участках кровяного русла, а разность давлений создается благодаря работе сердца и упругости стенок артерий. Сердце выталкивает кровь отдельными порциями по 60–80 мл.

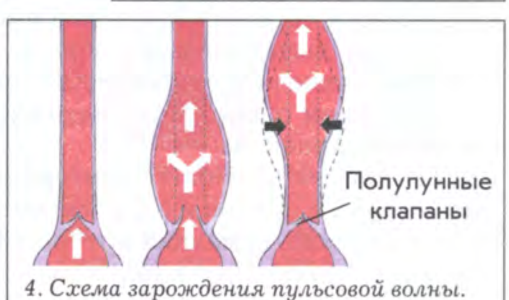
Рассмотрим, что происходит с кровью, вытолкнутой сердцем в кровяное русло. Этот сравнительно небольшой объем крови встречает резкое сопротивление, так как стенки аорты и артерий толсты и упруги. Как и всякая жидкость, кровь практически несжимаема. Выброшенная сердцем в заполненную кровью аорту порция крови может поместиться в ней, лишь растянув ее стенки. В результате в прилегающей к сердцу части аорты возникает повышенное давление крови, а на остальных участках оно повышается незначительно. Возвращению в сердце крови мешают полулунные клапаны, и она начинает двигаться из зоны повышенного давления в зону пониженного, раздвигая стенки следующего участка сосуда. Таким образом, по артериям движется волна повышенного давления, продвигаясь к капиллярной сети.

По мере удаления от сердца давление крови становится меньше, но его хватает для того, чтобы растянувшиеся стенки артерий продолжали выталкивать кровь в капилляры даже в момент расслабления сердца, поэтому кровь по капиллярам струится непрерывно.



3. Точки пульсации.

Мы можем убедиться в том, что пульсовая волна существует, приложив палец к тем участкам тела, где артерии расположены близко к поверхности.



4. Схема зарождения пульсовой волны.

Волна повышенного давления, создаваемая каждой порцией вытолкнутой сердцем крови, называется пульсовой волной, или просто **пульсом**. Скорость распространения пульсовой волны равна в среднем 6–8 м/сек.

Артериальное давление – важный показатель здоровья сердца



5. Измерение артериального давления.

Чем опасно низкое артериальное давление? А высокое?

Давление, создаваемое сердцем, называют **артериальным**. Вспомним, что чем дальше от сердца находится артерия, тем меньше в ней давление. В медицинской практике принято измерять артериальное давление поближе к сердцу – в плечевой артерии специальным прибором для измерения давления – *тоно́метром*. Наибольшее давление в момент систолы сердца называется систолическим, или верхним. В норме у человека оно равно 120 мм ртутного столба. Наименьшим давление бывает в момент диастолы, это диастолическое, или нижнее, давление. В норме оно равно 70 мм ртутного столба.

Артериальное давление (АД) записывается в виде дроби: верхнее – в числителе, нижнее – в знаменателе. Нормальным для взрослого человека считается АД=120/70. Оно может существенно повышаться, например, при физической нагрузке, что считается нормальным, но затем обязательно возвращается к обычным показателям.

«Краны» кровеносной системы

Очевидно, что активно работающие органы нуждаются в интенсивном кровоснабжении. Есть несколько путей, которые использует наш организм для увеличения общего кровотока. Во-первых, можно увеличить частоту сердечных сокращений. Во-вторых, сердце может увеличить объем выталкиваемой крови. Но давления, созданного сердцем, будет все равно недостаточно для существенного повышения кровотока в работающем органе, если интенсивность кровоснабжения всех органов будет одинакова.

Для того чтобы усилить приток крови к работающим органам, нужно уменьшить ее приток к неактивным. Интенсивность кровотока регулируется с помощью мелких артерий. Их мышечный слой гораздо толще, чем у крупных. Под влиянием нервной системы или биологически

активных веществ мышцы могут сокращаться вплоть до закрытия этих сосудов. Открытие мелких артерий увеличивает приток крови в капилляры и улучшает кровоснабжение соответствующих органов, закрытие – его резко ухудшает. Кроме того, при уменьшении просвета мелких артерий ухудшается отток крови от сердца и возрастает артериальное давление и, наоборот, при увеличении кровотока в мелких артериях давление снижается. Таким образом, изменение просвета мелких артерий – главный механизм регуляции артериального давления.

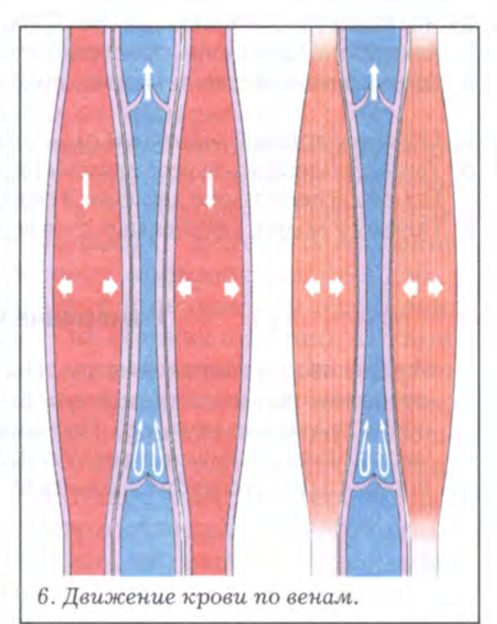
В каких органах интенсивность кровотока больше, чем в других, когда вы играете в футбол? А когда делаете уроки? Как меняется интенсивность кровотока в сосудах желудочно-кишечного тракта после обеда?

Тонкая регуляция артериального давления необходима нам и при перемене позы, например, при смене горизонтального положения тела на вертикальное. Изменение просветов мелких артерий не позволяет в этом случае значительному объему крови переместиться в нижние конечности, оставив мозг без достаточного количества кислорода. Это могло бы привести к обмороку.

Против силы тяжести

Как мы уже знаем, внутренняя поверхность капилляров очень велика, а просвет каждого из них настолько мал, что кровяные тельца, «протискиваясь» через них, деформируются, поэтому сила трения значительно тормозит кровоток в капиллярах и большая часть кровяного давления теряется. Когда кровь доходит до вен, давление становится совсем небольшим. Но если уровень артериального давления при прохождении кровью сети капилляров падает, то как же кровь попадает обратно в сердце?

Вены, собирающие кровь от какого-либо органа, как правило, такой же длины, как и подходящие к этому органу артерии, но различие давлений в них не настолько велико, чтобы обеспечивать дальнейшее продвижение крови.



6. Движение крови по венам.

Как физическая активность влияет на движение крови по венам?

Кровь в венах движется к сердцу за счет того, что сосуды сдавливаются окружающими скелетными мышцами, а венозные клапаны препятствуют обратному току крови. Кроме того, движению крови по венам способствует разрежение воздуха, связанное с работой легких. Грудная клетка при вдохе расширяется, давление в ней падает, кровь из крупных вен передвигается к сердцу.

Кровь по артериям течет благодаря артериальному давлению, созданному сердцем, упругости сосудов и разнице давления между крупными и мелкими сосудами.
Возвращению крови к сердцу по венам способствует давление на сосуды, создаваемое скелетными мышцами, и разрежение, возникающее при дыхании.
Пульс – отражение периодической работы сердца.
Артериальное давление в плечевой артерии и пульс здорового человека изменяются во вполне определенных пределах, поэтому отклонения этих показателей от нормы являются свидетельством болезни.

Пульс, артериальное давление



1. О чем говорит частота пульса?
2. Что такое артериальное давление? Как его измеряют?
3. Как работающий орган обеспечивается необходимым количеством крови?
4. Какая причина заставляет кровь двигаться по венам?

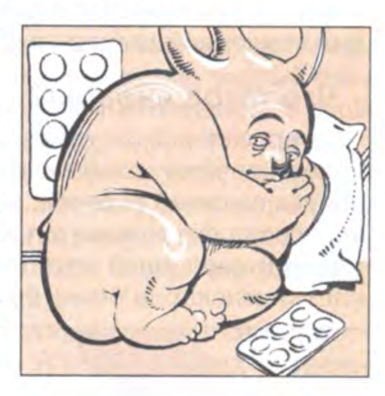


5. Почему у артерий мышечный слой толще, чем у вен?
6. Как вы думаете, из-за чего давление крови в артериолах ниже, чем в артерии?
7. Почему артериальное давление в разных частях тела различается, а пульс одинаков?
8. Почему у людей, работающих стоя весь день, отекают ноги?

Лабораторная работа: **Измерение частоты пульса до и после нагрузки**

Усадите своего товарища на стул. Положите 2-й, 3-й и 4-й пальцы на его запястье у основания большого пальца чуть выше сустава. Слегка прижмите пальцы, и вы почувствуете биение пульса. Посчитайте количество ударов за 15 сек. и вычислите частоту биений пульса в минуту. Попросите товарища сделать 10 приседаний. Вновь усадите его на стул и измерьте частоту пульса. Как она изменилась? Почему?

§ 13. ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ БЕСЦЕННА



Почему в артериях давление крови выше, чем в венах?
Почему по капиллярам кровь течет медленно?
Что такое пульсовая волна?
Как отличить по внешнему виду артериальную кровь от венозной?

Вася: Я не занимаюсь экстремальным туризмом, а до старости мне далеко. Поэтому этот параграф мне не интересен.
Петя: Напрасно. Я хочу быть здоровым, прожить долгую, счастливую жизнь. А для этого надо знать свой организм: что для него полезно, а что – нет.

!! С кем из ребят вы согласны?

Болезни сердца

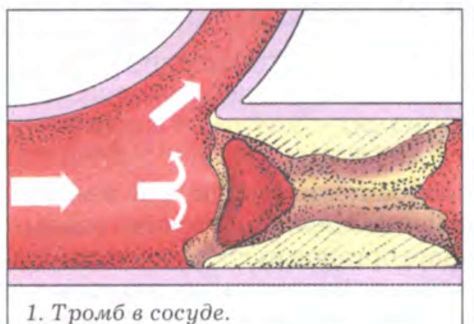
При некоторых заболеваниях сила сокращения сердечной мышцы может падать настолько, что артериальное давление постоянно оказывается слишком низким, а кровоснабжение органов недостаточным (*артериальная гипотония*). В других случаях, напротив, артериальное давление хронически повышается настолько, что возникает риск разрыва стенок сосудов (*артериальная гипертония*). Эти заболевания нуждаются в лечении, иначе они могут привести к нарушению работы почек, к сердечной недостаточности и даже к инфарктам.

Причиной нарушений артериального давления и других серьезных сбоев работы кровеносной системы могут служить многие факторы. Некоторые из них очень распространены и относительно легко устранимы. Так, недостаток движения – *гиподинамия* – ведет к ослаблению сердечной мышцы и сокращению просвета кровеносных сосудов – атеросклерозу. Это заболевание развивается в результате отложения жироподобного вещества – холестерина – на стенках артерий, что приводит к сокращению просвета сосудов и к уплотнению их стенок, а следовательно, к ухудшению снабжения органов кровью и значительному снижению их работоспособности. Атеросклероз сосудов сердца и мозга значительно чаще и быстрее развивается у людей, злоупотребляющих алкоголем. А у тех, кто употребляет спиртное с юности, атеросклероз наблюдается уже в возрасте 25–30 лет. Никотин вызывает устойчивый спазм (резкое сокращение просвета) сосудов, что заставляет сердце с большей силой проталкивать по ним кровь. Нагрузка на сердце увеличивается иногда так сильно, что оно не способно с ней справиться, – в результате развивается сердечная недостаточность. В то же время давление в сокращенных сосудах так велико, что может вызвать их разрыв. Напротив, регулярные физические упражнения, активный

образ жизни в сочетании со своевременным и достаточным отдыхом создают условия для нормальной работы организма в целом и укрепления сердечной мышцы в частности.

Что такое инфаркт?

Атеросклероз сосудов ведет к развитию ишемической болезни сердца – недостаточному снабжению кровью сердечной мышцы. Сердце не справляется со своей работой, возникают и развиваются боли. А если сердечный сосуд повреждается или закупоривается сгустком крови (тромбом), участок сердечной мышцы перестает получать питание и кислород, и клетки миокарда очень быстро погибают. В таком случае говорят об **инфаркте миокарда** – омертвении участка сердечной мышцы. Чем поврежденная артерия крупнее, тем больше клеток миокарда погибает и тем серьезнее угроза жизни человека. Обычно это заболевание сопровождается сильной болью за грудиной, которая может распространяться на нижнюю челюсть, шею, левую руку или спину, не исключены рвота или затрудненное дыхание. При появлении этих симптомов нужно немедленно вызвать «Скорую помощь». Но бывает, что человек переносит инфаркт, даже не заметив этого. Однако «память» о нем остается навсегда – на пострадавшем участке сердца на всю жизнь сохраняется рубец. «Следы» на сердце, оставленные инфарктом, хорошо видны на электрокардиограмме.



1. Тромб в сосуде.

Для того чтобы избежать инфаркта, необходимо поддерживать в норме артериальное давление, много двигаться, не набирать лишнего веса. Один из самых больших факторов риска для сердца – курение – во много раз повышает вероятность инфаркта.

Что делать при кровотечениях

Любой человек не застрахован от травм. При ранениях повреждаются кровеносные сосуды и возникают **кровотечения**. Они опасны в первую очередь значительными потерями крови, что приводит к угрозе жизни.

Тяжелые кровотечения сопровождаются следующими признаками: бледность кожи, общая слабость, потливость, тошнота, потеря сознания, судороги.

В зависимости от того, какие сосуды повреждены, кровотечения разделяют на артериальные, венозные и капиллярные. Кроме того, они бывают внутренними и внешними.

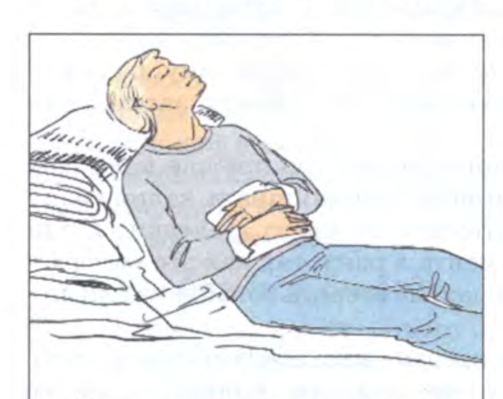
Важно знать правила первой помощи при кровотечениях.

Внутреннее кровотечение, когда кожные покровы остаются целостными и кровь изливается в полости организма (брюшную, грудную и т.д.), может возникнуть в результате травмы или заболевания. Бледность кожи, липкий холодный пот, поверхностное дыхание, частый слабый пульс – вот общие признаки внутреннего кровотечения. В этом случае необходимо немедленно обратиться к врачу.

Внешнее кровотечение, когда кровь изливается наружу, связано с нарушением целостности кожных покровов, поэтому необходимо не только остановить кровотечение, но и обработать рану, чтобы не допустить заражения. Края раны смазывают настойкой йода, марганцовки или зеленкой и накладывают марлевую повязку.

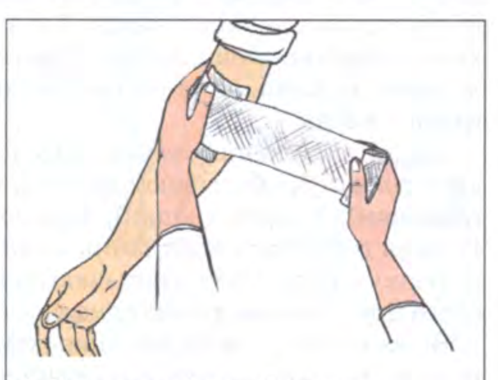
Вы наверняка не раз сталкивались с **капиллярным** внешним кровотечением, поцарапав руку или разбив колено. В этих случаях повреждаются капилляры и мелкие артерии. Скорость кровотока в этих сосудах низка, кровь медленно сочится из ранки, поэтому капиллярное кровотечение легко остановить. Обычно для этого достаточно наложить марлевую повязку или заклеить ранку пластырем.

При **венозном** кровотечении кровь из поврежденного места вытекает довольно сильной и ровной струей вишневого цвета. Необходимо обработать края раны йодом и наложить давящую повязку. Стенки вен мягкие, тугая повязка легко их сдавит. Кроме того, по возможности нужно поднять раненую конечность выше уровня сердца. При этом давление в венах сильно падает, что способствует остановке кровотечения.



2. Помощь при внутреннем кровотечении.

Помогите пострадавшему принять полусидячее положение. Приложите лед к предполагаемому месту кровотечения и немедленно обратитесь к врачу.



3. Наложение давящей повязки.

Начало бинта фиксируют на теле левой рукой, а правой, натягивая, разматывают бинт слева направо. Повязку лучше накладывать сверху вниз и завязывать на более тонкой части конечности.



4. *Наложение жгута.*

Если используется эластичная резина, то ее растягивают и накладывают первый виток, затем по спирали накладывают последующие 4–5. При использовании неэластичных материалов (платок, провод и т.п.) лучше сделать вокруг конечности свободную петлю, в которую вставить короткую палку, металлическую трубку и т.п. Этими предметами скручивают петлю, сдавливая ткани и артерию. Необходимо помнить, что жгут нельзя накладывать на голую кожу.

При повреждении крупных артерий возникает **артериальное** – очень опасное кровотечение: ярко-красная кровь вытекает пульсирующей струей с большой скоростью. Давление крови в артериях весьма высокое, и за считаные минуты можно потерять очень много крови. Чтобы остановить артериальное кровотечение, необходимо пережать сосуд ближе к сердцу по кровотоку от места повреждения при помощи жгута, которым может служить любой прочный материал (резиновая трубка, любая материя, провод, шнур и т.п.). Под жгут на кожу накладывают прокладку из мягкой ткани (важно, чтобы на ней не было складок). Если жгут наложен правильно, кровотечение из раны останавливается. К повязке или жгуту обязательно прикрепляют записку с указанием даты и времени (часы, минуты) наложения жгута. В летнее время жгут накладывают не более чем на 1,5 ч., в зимнее – до 45–60 мин. Если в течение этого времени пострадавший не доставлен в больницу, рану зажимают руками, жгут осторожно отпускают на 3–5 минут, затем затягивают вновь.

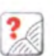
После наложения жгута рану забинтовывают, но прежде кожу вокруг раны обрабатывают растворами йода, перманганата калия (марганцовки), спирта (водки), бриллиантового зеленого (зеленки) и т.п. Нельзя допускать попадания медикамента в рану, так как это вызывает резкую боль. Рану закрывают повязкой из стерильного бинта или чистого проглаженного материала.

В тех местах, где наложение жгута невозможно, следует сжать артерию пальцами. Артерии в отличие от вен проходят в более глубоких слоях мышечной ткани. Но на теле человека есть несколько мест, где артерии находятся прямо под кожей, – это те точки, в которых мы легко можем почувствовать пульсацию сосудов. Зажав пальцем сосуд в одной из таких точек, находящейся выше поврежденного места, можно остановить кровотечение.

Любые артериальные кровотечения опасны для жизни, поэтому пострадавшего после остановки кровотечения необходимо немедленно доставить в больницу.

Человеческая жизнь бесценна, поэтому жить нужно так, чтобы сохранить свое здоровье для себя, своей семьи и общества: вести подвижный образ жизни, заниматься физкультурой, избегать вредных привычек. Важно знать правила оказания первой помощи, поскольку никто не застрахован от несчастных случаев.

Инфаркт, капиллярное, венозное и артериальное кровотечение



1. Чем опасна гиподинамия?
2. Что такое инфаркт и как его предотвратить?
3. Чем отличается артериальное кровотечение от венозного?
4. Почему при внутреннем кровотечении кожа больного сильно бледнеет?



5. Почему жители сел менее подвержены гипертонии и инфарктам, чем жители малых городов, а жители малых городов – по сравнению с жителями крупных?
6. Почему артериальное кровотечение наиболее опасно?

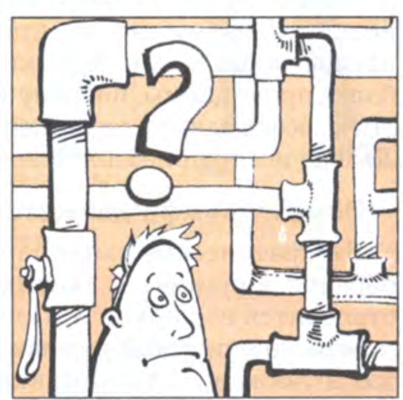
§ 14. ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА



Что такое внутренняя среда организма?
В состав какой ткани входят лейкоциты?
Что вы знаете о функциях лейкоцитов?



Зачем нам вторая сосудистая система?



Кровеносная система – не единственная сосудистая система нашего организма. Наряду с ней в нашем теле существует разветвленная сеть сосудов, заполненных светлой, медленно движущейся жидкостью – **лимфой**.

Откуда берется лимфа?

Большинство тканей нашего организма, за исключением центральной нервной системы, костной ткани и поверхностных слоев кожи, пронизаны капиллярами, заполненными беловатой жидкостью. От кровеносных капилляров они отличаются тем, что их стенки проницаемы для значительно более крупных молекул и частиц, а также тем, что начинаются они мельчайшими разветвленными замкнутыми трубочками, лежащими между клетками. Так откуда же берется их жидкое содержимое – прозрачная или белесая жидкость? (См. рис. на стр. 38)

В кровеносных капиллярах кровь находится под бóльшим давлением, чем жидкость в межклеточном пространстве, поэтому после обмена веществами между кровью и межклеточной жидкостью в кровь возвра-

щается меньшее количество влаги, чем убыло из нее. Выходит, что в тканях постепенно создается избыток воды при ее недостатке в кровяном русле. Необходимо вернуть влагу в кровь. Из лимфатических капилляров все время идет отток жидкости, из-за этого давление в них ниже, чем в межклеточном пространстве, и жидкость начинает поступать туда. Если отток тканевой жидкости по какой-либо причине нарушается, то ее накопление приводит к отекам. В норме за сутки образуется и поступает в кровеносную систему от 1 до 4 л лимфы.



Нарушение деятельности лимфатической системы можно наблюдать при развитии слоновой болезни, распространенной в тропиках. Ее вызывает паразитический червь. Он поселяется в лимфатических узлах паховой области или подмышечных ямок и создает препятствие для тока лимфы. Отеки, возникающие при этом заболевании, могут достигать огромных размеров.



1. Слоновая болезнь.

Стенки кровеносных капилляров малопроницаемы для крупных частиц и молекул, и многие вещества не могут попасть в кровяное русло, несмотря на то что их присутствие в крови чрезвычайно важно. Стенки лимфатических капилляров значительно более проницаемы, поэтому крупные молекулы, например жирные кислоты, всасываются из кишечника сначала в лимфатические капилляры. Лимфа после приема жирной пищи становится мутной, «молочной».

Почему лимфа движется так медленно?

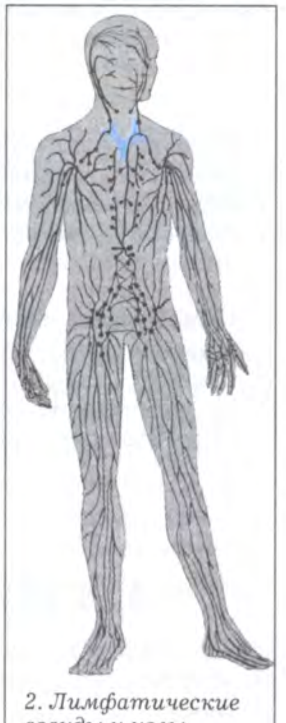
Лимфатические капилляры многократно соединяются между собой, образуя в органах и тканях разнообразные сплетения. Затем сосуды становятся все крупнее. По строению они похожи на вены, и движется лимфа по ним примерно так же. В их стенках есть слой мышечных клеток и такие же клапаны, как в венах. Ток лимфы обеспечивается сжимающим действием окружающих мышц, сокращением стенок самих лимфатических сосудов, разрежением воздуха в грудной клетке, связанным с работой легких. Так как в лимфатической системе нет насоса, создающего давление, аналогичного сердцу, скорость движения лимфы намного меньше скорости движения крови.

Два главных лимфатических ствола, расположенные в области грудной клетки, впадают в вены вблизи ключиц, объединяя таким образом лимфатическую и кровеносную системы.

«Очистные сооружения»

Лимфатическая система имеет еще одно существенное отличие от кровеносной: в местах объединения лимфатических сосудов расположены вздутия. Они называются **лимфатическими узлами**. Это «сторо-

жевые кордоны» или фильтры, активно очищающие лимфу от токсических веществ, микроорганизмов и других вредных примесей. У человека несколько сотен таких «кордонов»! Мы уже упоминали, что проницаемость лимфатических капилляров для крупных частиц больше, чем кровеносных. Поэтому большие молекулы продуктов обмена веществ, обломки клеток, микробные токсины (яды) и сами микробы легко попадают в лимфу, и, прежде чем она объединится с кровью, ее надо очистить в лимфатических узлах.



2. Лимфатические сосуды и узлы.



Лимфатические узлы имеют разнообразную форму – округлую, продолговатую и различную величину. Каждый узел одет в капсулу – плотную соединительнотканную оболочку, содержащую мышечные волокна. Мышцы капсулы, сокращаясь, активно проталкивают лимфу через ткань узла. Основную массу узла образует красноватая лимфоидная ткань. Сосуд, приносящий лимфу в лимфатический узел, там и заканчивается. Лимфа непосредственно омывает лимфоидную ткань узла, освобождаясь от вредных частиц, и, обогатившись лимфоцитами, оттекает от узла по выносящим сосудам.

Результат деятельности лимфатических узлов врачи наблюдают у курящих людей. Лимфатическая система вынуждена очищать кровь от табачного дегтя, и лимфатические узлы в области легких у курильщиков становятся черными. В конце концов, частицы дегтя нарушают работу лимфатических узлов, и устойчивость человека к легочным заболеваниям снижается. Именно поэтому рак легких у курящих людей бывает чаще, чем у некурящих.

Почему в лимфатической системе так много лимфатических узлов?

Лимфатические узлы, селезенка, миндалины, вилочковая железа, скопления лимфоидной ткани в слизистых оболочках дыхательных, пищеварительных и мочеполовых путей – это части лимфатической системы.

Кто ведает очисткой?

Самые многочисленные клетки в лимфатической системе – **лимфоциты** – один из видов лейкоцитов.

Они путешествуют по лимфе и крови, составляют большую часть клеток лимфатических узлов. Именно лимфоциты обеспечивают защиту организма от бактерий и вирусов, предохраняют его от развития разных заболеваний, в том числе раковых, уничтожая «неправильно»развивающиеся клетки по мере их возникновения. Лимфоциты очищают лимфу от токсинов, проникших в жидкие среды организма. Любые частицы, попавшие в лимфу, задерживаются в узлах и обезвреживаются лимфоцитами.

Лимфатическая система – это сеть сосудов, тканей и органов, которая обеспечивает возвращение избытка тканевой жидкости в кровь, очистку внутренней среды организма от многих вредных примесей, транспорт жиров и других веществ, а также играет огромную роль в защите организма от болезней.

Лимфа, лимфатические узлы, лимфоциты



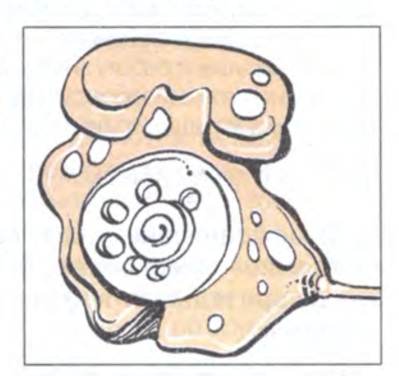
1. Сравните состав крови и лимфы. В чем они схожи, в чем их различия?
2. Какова роль лимфатических узлов?
3. Можно ли назвать лимфатическую систему замкнутой?
4. Сравните движение венозной крови и лимфы. Какая из этих жидкостей движется медленнее? Почему?



5. Как вы думаете, в каких органах концентрация лимфоидной ткани особенно велика?
6. Лимфатическую систему называют дренажной системой нашего организма. Почему?
7. Ряд заболеваний сопровождается опуханием некоторых лимфатических узлов. О чем это может свидетельствовать?

§ 15. НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ – «ЖИВЫЕ ПРОВОДА»

Из чего состоят все живые организмы?
Почему живой организм называют химической машиной?
У каких животных впервые появляется нервная система?
Каковы функции нервной системы?



Все самые существенные процессы в организме представляют собой химические превращения.
Нервная система использует для управления организмом электрические сигналы.

!! В чем причина этих различий?

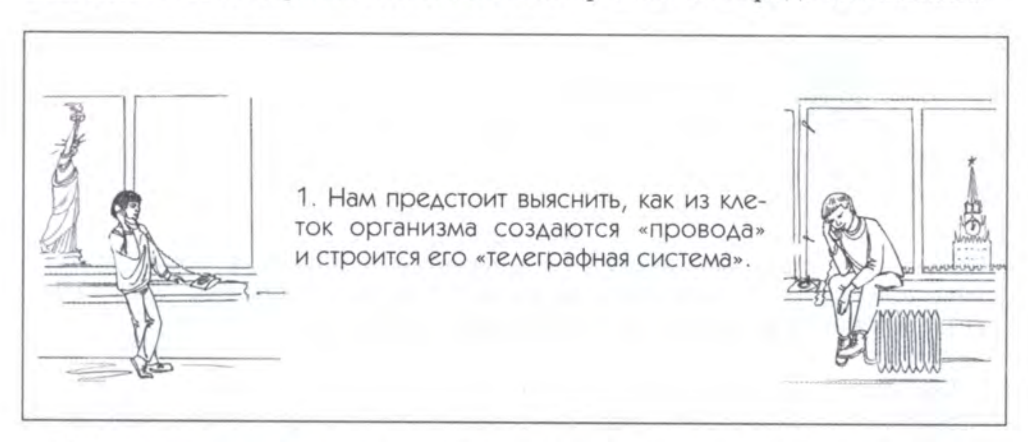
Координирующая функция нервной системы обеспечивает целостность организма

Чем сложнее организм, тем острее становится проблема координации действий его специализированных частей. Например, дыхательная система не имеет прямой связи с пищеварительной, и обе эти системы не получают информации от органов чувств о переменах во внешней

среде. А если организму угрожает опасность и необходимо снизить активность пищеварительной системы и увеличить поставки кислорода к мышцам? Кто отдает приказ? Важнейшую роль в координации функций многоклеточного организма выполняет нервная система. Организм человека очень сложен, поэтому и управляющая им система чрезвычайно сложна. Она воспринимает и анализирует сигналы об изменениях, происходящих в организме и вне его, запускает ответные реакции, приспосабливающие организм к непостоянным внешним условиям. Нервная система обеспечивает также согласованную работу всех органов и систем, хранит огромное количество информации о предыдущем опыте. Ее деятельность лежит в основе чувств, обучения, памяти, психической деятельности человека.

Химический сигнал – хорошо, а электрический – быстрее

Координация функций клетки осуществляется с помощью химических сигналов. Простейшие – одноклеточные организмы – тоже обходятся без нервной системы. Это объясняется небольшим размером клеток. Для них даже невысокая скорость передачи химического сигнала, определенная скоростью диффузии, оказывается достаточной. (Вспомните, как долго кристаллик марганцовки расходится по всему объему стакана воды). В большом организме такая скорость передачи химического сигнала оказывается недостаточной. У многоклеточных животных появляется нервная система с электрической передачей сигнала.



Скорость электрического сигнала гораздо выше, чем химического, но для его передачи необходимы специальные приспособления – провода. Организм человека пронизан такими «проводами и кабелями» – нервами, построенными все из того же универсального строительного материала – живых клеток. По «живым проводам» электрический сигнал бежит со скоростью 20–100 м/сек.

Каждый электрический сигнал порождается химической реакцией, и сам этот сигнал на другом конце клетки порождает химическую реакцию. Главное преимущество электрического сигнала заключается в скорости его передачи.

Клетки нервной ткани приспособлены для проведения электрических сигналов

Особенности строения нервных клеток – нейронов – тесно связаны с их функциями. В ответ на раздражение нейроны способны генерировать, проводить по своим отросткам и передавать другим клеткам короткие электрические сигналы – нервные импульсы. В этих импульсах закодирована информация, передаваемая от клетки к клетке, поэтому сеть нейронов можно назвать «телеграфной сетью» нашего организма.

Строение нейронов отвечает их функции и сильно отличается от строения других клеток нашего организма.

От тела нейрона, содержащего ядро и клеточные органеллы, отходят отростки: несколько более коротких и ветвистых – **дендри́тов** и один длинный – **аксо́н**. Аксон либо вовсе не ветвится, либо делится на несколько ветвей ближе к окончанию.

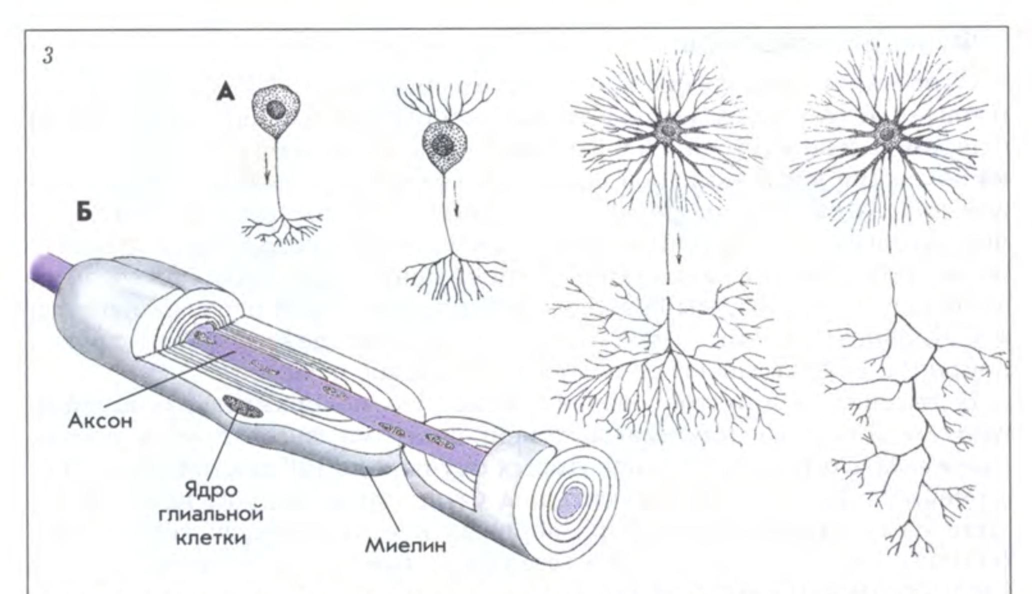
2



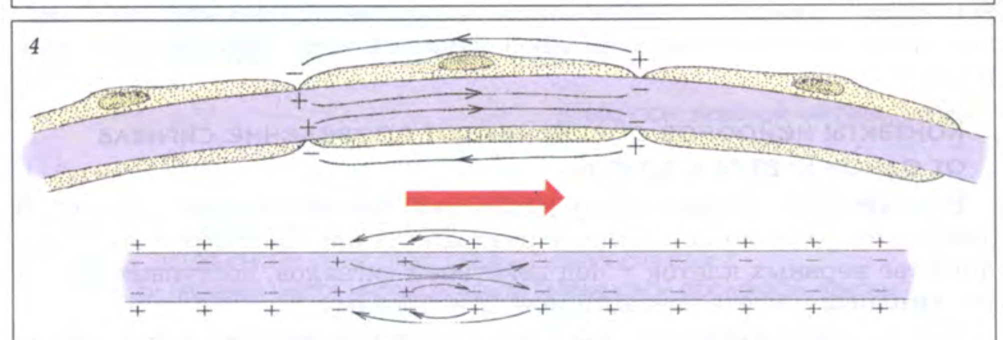
Общий план строения нейрона не отличается от строения любой другой животной клетки. У него есть ядро, цитоплазма и клеточные органеллы. Отличается он от других клеток своими отростками.

Нейроны – не единственный тип клеток нервной ткани.

Пространство между нервными клетками и их отростками заполнено специализированными клетками-спутниками, называемыми *глиальными*. У них нет длинных отростков, а их функции отличаются от функций нейронов: они выстилают внутренние полости головного и спинного мозга, играют важную роль в построении нервной системы при развитии организма, регулируют химический состав среды, окружающей нейроны, и участвуют в борьбе ткани с повреждениями и инфекцией.



А. Форма тела нервной клетки, длина, число и степень ветвления дендритов и аксонов сильно отличаются у разных нейронов.
Б. Один из типов глиальных клеток необходим для увеличения скорости проведения нервного импульса по аксонам. Они «обматывают» аксон своей мембраной и формируют изолирующую миелиновую оболочку, которая увеличивает эту скорость во много раз.



Электрический импульс возникает на небольшом участке мембраны нейрона, передается соседнему участку и таким образом движется по мембране клетки. Миелиновая оболочка, подобно пластику, покрывающему электрический провод, изолирует нервное волокно на определенном участке аксона, «отодвигая» следующий участок возбуждения, поэтому распространение импульса происходит быстрее.

К чему может привести утрата миелиновых оболочек?
От чего зависят число дендритов и степень разветвленности аксонов?

Функции нейронов

Отростки нейронов образуют в нашем организме очень сложную сеть и контактируют с другими клетками, которым и передают информацию о переменах во внутренней и внешней среде. В нервной системе человека более 100 млрд нейронов и каждый связан отростками со множеством других клеток – нервных, мышечных, железистых и др. Электрический сигнал – это команда для клеток изменить режим деятельности: железистые клетки начинают или прекращают выделять биологически активные вещества, мышечные – сокращаются или расслабляются и т.д. Нервные клетки, получив информацию по дендритам от других нейронов, обрабатывают ее и передают дальше по аксону.

Ветвления дендритов создают большую поверхность, благодаря этому количество принимаемых нейроном импульсов других клеток может быть огромным – в некоторых случаях до 100 тыс. сигналов. Тело нейрона тоже принимает сигналы. Функции отдельного нейрона находятся под контролем других нервных клеток, каждый нейрон, выполняя свое «индивидуальное задание», представляет собой еще и часть огромного «коллектива».

Чем крупнее нейрон, тем толще его аксон и выше скорость проведения сигнала. Длина аксона может достигать нескольких десятков сантиметров, а общая длина отростков всех нервных клеток составляет более 300 тыс. км, поэтому скорость проведения сигнала по нервному волокну имеет очень большое значение. Оболочки из жироподобного вещества – миелина, покрывающие аксоны некоторых нейронов, значительно повышают скорость проведения по ним электрического сигнала.

Контакты нейронов обеспечивают проведение сигнала от одной клетки к другой

В некоторых нейронах импульсы возникают под непосредственным действием различных внешних раздражителей, но в огромном большинстве нервных клеток – под действием сигналов, поступающих через **си́напсы** – места контакта между нейронами.

Под действием нервного импульса из кончика аксона в узкое пространство между клетками – синаптическую щель – выделяется особое химическое вещество – нейромедиатор. Он воздействует на мембрану следующего нейрона – и импульс распространяется по следующей клетке.

Некоторые медиаторы возбуждают мембрану нейрона, другие, наоборот, делают ее на некоторое время неспособной генерировать импульс, то есть тормозят его дальнейшее распространение по нервной системе. Следовательно, нейромедиаторы могут быть возбуждающими и тормозными, а проведение нервных импульсов и выделение различ-



5. Строение синапса.


6. Нейрон с синаптическими окончаниями.

Какие преимущества создает специальная структура – синапс – в передаче нервного импульса?

ных медиаторов могут вызывать в нервной системе развитие двух противоположных процессов – возбуждения и торможения.

Нервные клетки существенно отличаются по строению от других клеток организма. Они приспособлены к приему, обработке и передаче другим клеткам информации в виде электрических импульсов.

Нейрон, нервный импульс, синапс



1. Почему в клетках нет нервов?
2. Каков биологический смысл использования электрических сигналов в организме?
3. Каково строение нервной клетки?
4. Почему дендриты в отличие от аксонов – сильноветвистые?
5. Отростки нервных клеток иногда покрыты миелиновой оболочкой. Каковы ее функции?
6. Как нервный импульс передается от одного нейрона к другому?



7. Быстрота реакции спортсмена – залог его победы. Как вы думаете, что является главным ограничением скорости его реакции: движение сигнала по нейрону или передача через синапс?
8. Придумайте примеры ситуаций, регулируемых процессами возбуждения и торможения.

§ 16. УПРАВЛЕНИЕ И КООРДИНАЦИЯ В ОРГАНИЗМЕ – ГЛАВНЫЕ ФУНКЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ



Вспомните строение нервной системы различных беспозвоночных и позвоночных животных.
Что такое ганглии?



Человек отдергивает руку от горячего предмета. Каков при этом путь нервного импульса?



Рефлекс

Ответная реакция организма на раздражитель, осуществляемая и контролируемая нервной системой, называется **рефлекторной реакцией**, или **рефлексом**. Можно привести множество примеров действия простых рефлексов: схватившись за горячее, мы отдергиваем руку, попадание соринки в глаз заставляет нас моргнуть, а прикосновение пищи к задней стенке глотки вызывает глотание.

Давайте разберемся, каков физиологический механизм выполнения рефлекторной реакции.

Управление и координация в процессе отдергивания руки от горячего предмета

Управление предполагает одностороннюю передачу приказа (управляющего сигнала) от «командира» к исполнителю. Но для отдачи правильной команды «командиру» необходимо знать, что происходит «внутри и вовне его войска», поэтому управляющая система должна получать информацию от органов чувств о состоянии внешней и внутренней среды организма.

Так, приказ отдернуть руку от горячего предмета отдает спинной мозг. Но для этого он должен предварительно получить сигнал от обожженной руки.

Для того чтобы сигналы управления (отдернуть руку) и координация управляющей системы с органами чувств (сигнал от обожженной руки) не мешали друг другу, их необходимо осуществлять по разным независимым каналам связи. Какие же нейроны обеспечивают эти связи?

Типы нейронов

По функциям нейроны разделяют на **чувствительные**, **вставочные** и **двигательные**. У чувствительных (приносящих) нейронов один отросток воспринимает внешние сигналы, а другой – передает информацию нейронам спинного или головного мозга. Двигательные (выносящие) нейроны передают сигналы клеток мозга мышцам или железам. Вставочные нейроны обеспечивают связь между чувствительными и дви-

гательными нейронами. Обычно они находятся внутри спинного и головного мозга.

Самый простой путь, по которому может идти нервный импульс в организме, состоит из двух нейронов: одного чувствительного и одного двигательного. Но чаще между чувствительным и двигательным нейронами находится очень много вставочных. Большая часть нашей нервной системы – огромная сеть вставочных нейронов. Они собирают, анализируют информацию, полученную от чувствительных нейронов, принимают решение о том, каким образом отреагировать на изменившиеся условия, хранят значительное количество информации. Это позволяет нашей нервной системе очень точно отвечать на изменение внешних условий, обучаться, формировать сложное поведение.

Рефлекторная дуга – путь нервного импульса

Чувствительный и двигательный нейроны вместе с рецептором, воспринимающим изменения во внешней или внутренней среде организма, отделом центральной нервной системы в спинном или головном мозге и органом, исполняющим приказ, составляют **рефлекторную дугу**. Это и есть путь, проходимый нервным импульсом при осуществлении рефлекса. Он может осуществляться очень быстро. Действительно, отдергивание руки от горячего предмета происходит еще до того, как мы осознаем боль.

Рецептором может быть группа клеток, окончание нейрона или специальная клетка. Рецепторы преобразуют сигналы об изменениях во внешней или внутренней среде в нервные импульсы – электрические сигналы нервной системы.

От рецептора по чувствительному нейрону импульсы идут к центральной нервной системе (спинному и головному мозгу). Там расположены вставочные нейроны, которые участвуют в оценке поступившей информации и формировании управляющего сигнала, а он отправляется по двигательному нерву к исполнительному органу.



1. Коленный рефлекс.

Простейшая рефлекторная дуга



В состав простейшей рефлекторной дуги входят только два нейрона: воспринимающий раздражение чувствительный нейрон и заставляющий мышцу сокращаться двигательный нейрон. Так устроен знакомый многим коленный рефлекс, действие которого проверяют врачи на медосмотре. Доктор постукивает молоточком по сухо-

жилию ниже коленной чашечки, четырехглавая мышца слегка растягивается, о чем в мозг сообщают рецепторы растяжения. Двигательные нейроны приказывают мышце сократиться, и нога «подпрыгивает». Таким образом, ответная реакция организма возникает вследствие распространения по рефлекторной дуге сигнала, возникающего при раздражении рецептора. Это происходит очень быстро.

Усложнение рефлекторной дуги

В результате эволюционного развития простая рефлекторная дуга, лежащая в основе деятельности нервной системы, сильно усложнилась, и в каждой ее части вместо одного нейрона возникли сложные сети нервных клеток. Кроме того, каждый нейрон может быть включен в несколько рефлекторных дуг, которые имеют очень непростое строение. Полученная рецепторами информация обрабатывается огромной сетью вставочных нейронов, а затем по двигательным нейронам поступает в рабочие органы и приводит их в действие. В ответ на раздражение возникает согласованное рефлекторное изменение деятельности многих систем органов.

Возбуждение и торможение – основные процессы управления

Любое движение возможно только при сокращении одних мышц и расслаблении других, что обусловлено взаимодействием возбуждения одних двигательных нейронов и торможения других.

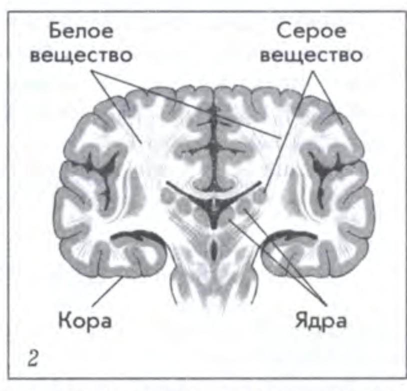
С возбуждением связаны проведение и обработка информации в нервной системе, ее запоминание, запуск ответных реакций организма. Торможение лежит в основе привыкания нервной системы к повторно действующим несущественным сигналам; защищает ткани и органы от перевозбуждения; позволяет нам сосредоточить внимание на важном для нас событии или предмете, когда из множества действующих на организм раздражителей мы выделяем только самые значительные и не реагируем на остальные. Совокупность торможения и возбуждения обеспечивает нормальную деятельность всех органов, тканей и организма в целом.

«Региональное» управление организма

Управление таким огромным «государством» клеток, как наш организм, – задача непростая. Мозг не может контролировать все события, происходящие в клетках, органах и тканях.

Тела нейронов не разбросаны по нашему телу беспорядочно, а образуют скопления. Скопления нейронов, расположенных вне головного или спинного мозга, называют **нервными узлами (ганглиями)**, а если они находятся в головном или спинном мозге – **нервными центрами**. Нервные центры и узлы образованы телами и дендритами нервных клеток и телами клеток глии, которые имеют серый оттенок, поэтому такие участки нервной ткани называют **серым веществом.** Оно распо-

лагается в центре спинного мозга и на поверхности некоторых структур головного мозга в виде тонкого слоя – коры – или в форме округлых скоплений – ядер. Нервные центры и нервные узлы, управляющие каким-либо органом, получают информацию от расположенных в нем органов чувств и других нервных центров. Информацию перерабатывают нейроны нервного центра и формируют команды, управляющие работой «подчиненного» им органа.



2

Миелин, образованный клеточной мембраной глиальных клеток, состоит из липидов и белков. При достаточной толщине их слоя он обусловливает белую окраску аксонов, и их скопления выглядят более светлыми на фоне серого вещества. Скопления аксонов, покрытых миелиновыми оболочками, образуют **белое вещество** нервной ткани.

Что такое нервы?

Большое число аксонов нервных клеток, идущих в одном направлении и покрытых общей соединительнотканной оболочкой, образуют **нерв**. Нервы, состоящие из аксонов чувствительных клеток, называются **чувствительными**, а нервы, состоящие из аксонов двигательных нейронов, – **двигательными**. Чаще в состав нерва входят оба типа аксонов. В этом случае нерв называют **смешанным**, а движение нервных сигналов по нему становится двухсторонним.

Любая ответная реакция организма на раздражитель, осуществляемая и контролируемая нервной системой, называется рефлекторной реакцией, или рефлексом. Основу рефлекса составляет рефлекторная дуга – цепь нейронов, идущая от рецептора клетки, воспринимающего внешнее раздражение, через центральную нервную систему к рабочему органу.
Тела нейронов образуют скопления: нервные центры и ганглии. Пучки аксонов, связанных с управлением определенными частями тела, образуют нервы.

Чувствительные, двигательные и вставочные нейроны, нервные центры, нервные узлы (ганглии), серое и белое вещество, рефлекс, рефлекторная дуга, рецептор, возбуждение и торможение



1. Что такое рефлекс и рефлекторная дуга?
2. На какие типы делят нейроны по их функциям?
3. Что такое нервы, ганглии и нервные центры?
4. Что такое серое и белое вещество нервной ткани? Чем обусловлен их цвет?
5. На какие части делится нервная система?



6. Понаблюдайте за собой и приведите примеры рефлексов.
7. Почему рефлекторная дуга представляет собой замкнутый контур?
8. Используя понятия «возбуждение» и «торможение», объясните, почему после обеда не следует заниматься тяжелым физическим трудом; почему перед сном не рекомендуется много есть.
9. К смешанному нерву приложили электрод и подали электрический импульс. Мышца, к которой идет этот нерв, сократилась дважды. Почему?

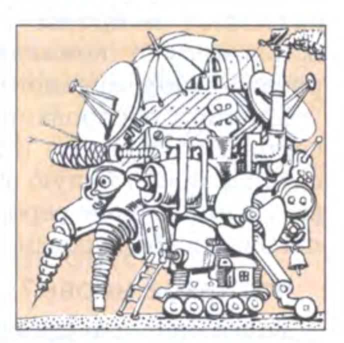
§ 17–18. ЦЕНТРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА



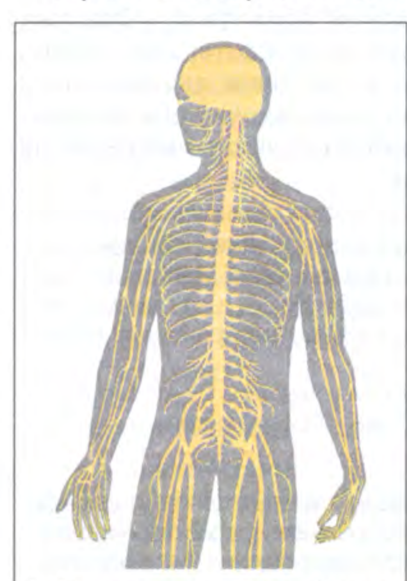
Каковы особенности строения нервной системы позвоночных животных?
Что такое нервные центры и ганглии?



Каково было бы нам жить, если бы ежеминутно нужно было следить за частотой сердцебиения, работой желудка, за каждым шагом?



Строение нервной системы



1. Центральная и периферическая нервные системы.

Покажите на рисунке центральную и периферическую нервные системы.

Анатомически нервная система делится на центральную и периферическую. У человека **центральную нервную систему** образуют спинной и головной мозг. Это самые важные части нервной системы, и поэтому они хорошо защищены: полностью заключены в костные «чехлы» черепа и позвоночника.

Центральная нервная система потому и называется центральной, что *управляет* функциями всего организма и *контролирует* его работу. Есть два главных уровня управления: высший и низший. Высший уровень осуществляется главным образом головным мозгом; это «ведомство» принятия решений. Низший – спинной – «заведует» автоматическим контролем работы органов и в необходимых случаях ее автоматической же коррекцией. Самые яркие примеры работы низшего уровня управления – простейшие рефлексы. (Например, знакомое нам отдергивание руки от горячего предмета, коленный рефлекс.)

«Ведомство» принятия решений может отменить команду низшего уровня и выполнить ее самостоятельно. Низший в этом случае имеет лишь «совещательный голос». Иными словами, их взаимоотношения напоминают отношения начальника и подчиненного. На рассмотрение центральному «ведомству» передаются лишь те проблемы, которые не удалось решить автоматически низшему уровню управления.

Например, вы приняли решение куда-нибудь пойти. Для исполнительных систем это равносильно приказу шагать. Запустив автоматическую систему ходьбы, вы можете идти и мечтать о чем заблагорассудится. Вашу мысль может остановить, например, сигнал о том, что вы споткнулись и чуть не упали, рискуя разбить себе нос. Но контрольные системы спинного и головного мозга сделали все возможное, чтобы ваш нос остался цел. Это значит, что высшие отделы вашего головного мозга назначили цель похода, но не предусмотрели дорогу с препятствиями. Если бы вы подумали об этом заранее, то, скорее всего, ничто не прервало бы ваших мечтаний.

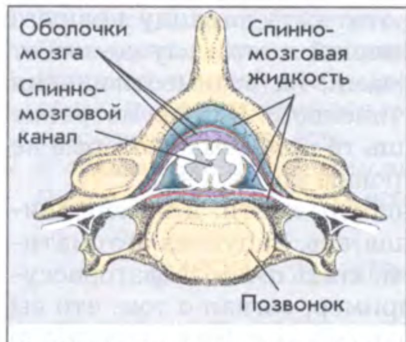
Периферическая нервная система

От головного и спинного мозга к мышцам, коже и внутренним органам идут нервы. В некоторых органах и тканях вне центральной нервной системы существуют скопления серого вещества – нервные узлы. Нервы и нервные узлы составляют **периферическую нервную систему**, которая представляет собой передающий аппарат всей нервной системы. Она не принимает решений и не анализирует работу органов, а лишь передает информацию, иногда по пути лишь усиливая или ослабляя передаваемый сигнал. Существуют два важнейших направления передачи информации по нервам. Во-первых, она может передаваться от рецепторов к нервным центрам спинного или головного мозга. Там происходит контроль за работой органов и принимаются решения о режиме их будущего функционирования. Во-вторых, по периферическим нервам передаются «директивы». Это либо автоматическая (рефлекторная) коррекция работы органов, либо новые приказы высших отделов центральной нервной системы.

Спинной мозг

Он покрыт тремя оболочками: твердой, мягкой и паутинной.

Все пространство в пределах мозговых оболочек и между ними, а также канал в спинном мозге заполнены **спинномозговой жидкостью**. Она фильтруется из крови через сосуды и очень близка по составу к тканевой жидкости. Таким образом, спинной мозг оказывается внутри заполненного жидкостью пространства. Жидкость препятствует соприкосновению уязвимой нервной ткани с жесткой костной тканью позвоночника, амортизирует удары.



2. Спинной мозг в позвоночном канале.



Спинной мозг состоит из 31–32 сегментов. От каждого сегмента отходит пара спинномозговых нервов (всего 31 пара), и каждый сегмент отвечает за определенный участок тела человека.

Строение каких животных напоминает вам спинной мозг человека?

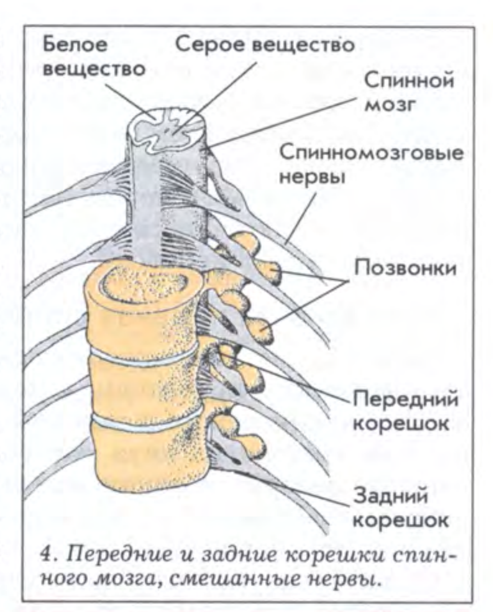
Спинной мозг расположен в позвоночном канале. Он имеет вид тяжа длиной около 45 см и диаметром около 1 см. Вверху спинной мозг соединяется с головным. Спинной мозг короче позвоночника, поэтому нервы, идущие к нижней части нашего тела, образуют пучок, который называют «конским хвостом».

По всей длине спинного мозга проходят две щели: глубокая и узкая – спинная и более мелкая и широкая – брюшная. Они делят его на правую и левую части. Правая и левая половины мозга спереди и сзади соединяются пучками нервов.

Спинной мозг состоит из белого и серого вещества. Вокруг центрального спинномозгового канала располагается серое вещество, состоящее из тел нейронов, дендритов и глиальных клеток. На поперечном срезе форма серого вещества напоминает бабочку с расправленными крыльями. Участки «крыльев», обращенные вперед, называют передними рогами спинного мозга. В них расположены тела двигательных нейронов, по аксонам которых командные сигналы достигают мышц конечностей и туловища. В задних рогах спинного мозга расположены тела вставочных нейронов, связывающих отростки чувствительных клеток с телами двигательных нейронов и воспринимающих сигналы из головного мозга. В грудных и поясничных сегментах спинного мозга между передними и задними рогами расположены небольшие боковые рога, в которых лежат тела нейронов вегетативной нервной системы.

Аксоны вставочных нейронов спинного мозга не выходят за его пределы. Некоторые из них устремляются к двигательным нейронам передних рогов, другие выходят за пределы серого вещества спинного мозга и в составе нервных

пучков направляются к нейронам противоположной половины спинного мозга, клеткам соседних сегментов и головного мозга. Аксоны этих клеток составляют белое вещество спинного мозга, окружающее серое вещество. Нервные волокна спинного мозга, направляющиеся вверх и вдоль него в головной мозг, образуют восходящие проводящие пути. Они несут информацию о движениях, позе, работе внутренних органов.



4. Передние и задние корешки спинного мозга, смешанные нервы.

Какие корешки содержат аксоны чувствительных нейронов, а какие – двигательных?

Нервные волокна, идущие вниз, образуют нисходящие проводящие пути, по которым в спинной мозг поступают импульсы от нейронов головного мозга. Они контролируют и корректируют работу клеток спинного мозга.

Информация от рецепторов поступает в задние рога спинного мозга по нервным стволам, которые называются задними корешками спинного мозга. Тела тех нейронов, чьи аксоны составляют задние корешки, лежат вне спинного мозга. Они образуют скопления – спинномозговые ганглии, похожие на вздутия на задних корешках.

Аксоны двигательных нейронов покидают спинной мозг в составе передних корешков, идущих от передних рогов. По ним от спинного мозга идут двигательные команды к различным органам. В межпозвонковых отверстиях передние и задние корешки соединяются, образуя смешанные нервы. От спинного мозга отходит 31 пара таких смешанных нервов.

Разнообразие функций, осуществляемых спинным мозгом, чрезвычайно велико. Но из них можно выделить две основные – *проводящую* и *рефлекторную* (функция автоматического бессознательного регулирования). Первая заключается в том, что по волокнам белого вещества спинного мозга непрерывно движутся информационные потоки: в головной мозг «поднимается» информация от кожных и мышечных рецепторов, а от центров головного мозга в спинной мозг «спускаются» двигательные команды.

Рефлекторная функция спинного мозга обусловлена в первую очередь тем, что в нем находятся центры множества двигательных рефлексов: мочеиспускания, регуляции температуры тела, метаболизма тканей, управления величиной просветов сосудов и многих других.

Нейроны головного мозга по восходящим путям спинного мозга получают информацию о событиях, происходящих в нашем теле, а по нисходящим посылают управляющие команды нейронам спинного мозга. Частичное и тем более полное повреждение спинного мозга вызывает резкие нарушения его деятельности ниже места разрушения. Люди с ранениями и переломами позвоночника, затронувшими спинной мозг, теряют чувствительность и способность к движениям частей тела ниже места перелома.

Вегетативная нервная система

Нервную систему можно условно разделить на части не только по анатомическим признакам, а исходя из задач, которые они решают. Этот принцип лежит в вычленении **вегетативной нервной системы**, которая состоит из двух частей: центральной, включающей в себя нервные центры, лежащие в центральной нервной системе, и периферической, состоящей из ганглиев и нервов, находящихся за пределами центральной нервной системы.

Сознательно человек может управлять практически только мышцами, обеспечивающими движения тела, все остальные системы органов работают без его вмешательства. Управление и контроль выполнения всеми органами своих задач и обязанностей возложен на вегетативную нервную систему. Ее работа не подчиняется воле человека, поэтому ее второе название – автономная нервная система. Нельзя, например, по желанию ускорить процесс пищеварения или сузить кровеносные сосуды. Однако известны исключения. Например, работа некоторых мышц анального отверстия и мочевого пузыря находится под контролем сознания и человеку приходится обучаться управлять ими.

Вегетативная система, в свою очередь, подразделяется на **симпатическую**, оказывающую в основном возбуждающий эффект, и **парасимпатическую**, противоположную по действию, то есть главным образом тормозящую работу органов. Их согласованное действие обеспечивает нормальную работу организма.



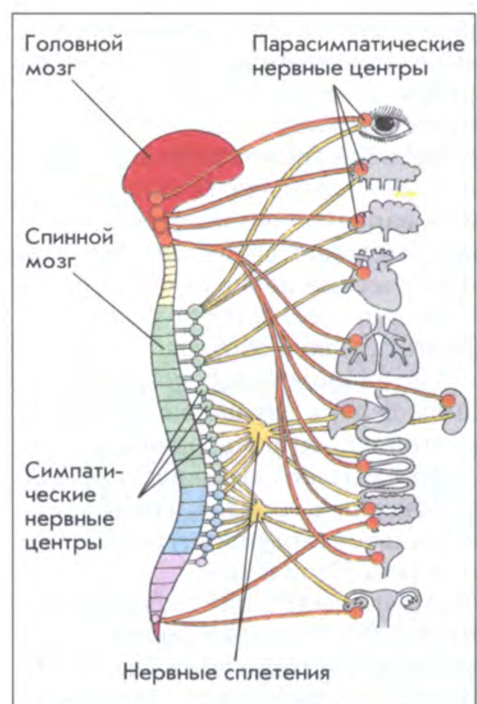
Выделение вегетативной нервной системы на первый взгляд кажется произвольным, а ее величина – неопределенной. Действительно, в нее входят:

1) значительная часть периферических нервов, хотя и не все;
2) внушительная часть центральной нервной системы.

При этом к вегетативной нервной системе относится большая часть центров спинного мозга и многие центры головного (например, в продолговатом мозге и гипоталамусе), хотя и далеко не все.

В чем же причина ее выделения?

Оно оправдано и целесообразно с функциональной точки зрения. Ведь это не что иное, как «департамент» бессознательного (автоматического) контроля за работой исполнительных органов.



5. Симпатическая (желтая) и парасимпатическая (оранжевая) системы, их связь с ЦНС.

Где расположены нервные узлы, посылающие сигналы внутренним органам в симпатической и парасимпатической системах?

Как и во всей периферической нервной системе, от рецепторов к нервным центрам идет информация о работе органов. Обратно идут «директивы» автоматической (бессознательной) коррекции. Разница лишь в том, откуда исходят «директивы». Это не приказы высших отделов центральной нервной системы, в которых участвует воля человека, а указания «департамента» автоматического бессознательного регулирования, свойственного вегетативной нервной системе.

Тела нейронов, передающих сигналы скелетным мышцам, расположены в головном и спинном мозге. Характерная особенность вегетативной нервной системы состоит в том, что тела нейронов, передающих приказ мускулатуре внутренних органов и железам, лежат за пределами центральной нервной системы и образуют скопления – ганглии. От них аксоны направляются к органам-мишеням, которым и адресован управляющий сигнал. Нервы, связывающие спинной мозг и ганглии, называют преганглионарными, а нервы, идущие от ганглиев к органам-мишеням, – постганглионарными. В симпатической нервной системе преганглионарные волокна выходят из грудного и поясничного отделов спинного мозга. Они довольно короткие, так как ганглии симпатической системы располагаются двумя цепочками справа и слева от позвоночника и соединены нервными волокнами. От ганглий к органам-мишеням идут длинные постганглионарные волокна. Ганглии парасимпатической системы лежат поблизости или внутри органов-мишеней, поэтому парасимпатические преганглионарные волокна очень длинные, а постганглионарные – короткие.

Как работает вегетативная нервная система

Ко многим внутренним органам – легким, сердцу, слюнным железам, мочевому пузырю, половым железам – подходят нервы как симпатической, так и парасимпатической системы. Чтобы понять, как работает симпатическая система, лучше всего представить себе сильно возбужденного или напуганного человека. Зрачки его расширены и пропускают много света, сердце бьется часто, а каждое сокращение более мощное, чем обычно, мозг и мышцы снабжаются кровью гораздо обильнее, чем в покое, а внутренние органы – меньше, процессы пищеварения замедляются, а дыхание учащается, клетки печени выбрасы-

вают в кровь топливо – глюкозу. Можно сказать, что симпатическая нервная система – это «служба спасения» нашего организма; она мобилизует все ресурсы, необходимые в чрезвычайных условиях, и ее действие усиливается при стрессе и эмоциональном напряжении.

Если же начинает преобладать активность парасимпатической системы, наш организм приходит в состояние покоя и отдыха. Большое количество крови поступает в кишечник, пищеварение усиливается, снижается частота и сила сердечных сокращений, сужаются зрачки, дыхание успокаивается. Иначе говоря, парасимпатическая нервная система защищает нас от перенапряжения и истощения, способствует расслаблению организма и восстановлению его энергетических запасов.

Можно предположить, что две эти противоположные по действию системы работают попеременно. На самом деле, в случае, когда какой-либо орган получает стимулирующий сигнал со стороны одной из этих систем, другая почти сразу начинает тормозить его активность. Такой двойной нервный контроль желез, кровеносных сосудов, сердца, кишечника и внутренних мышц глаз обеспечивает гармоничную деятельность всех органов тела, спасает нас от перевозбуждения.

Интересно, что животные и люди могут переносить почти полное выключение симпатической нервной системы без видимых последствий. А вот нарушение работы парасимпатической системы приводит к сбоям в работе механизмов терморегуляции, поддержания постоянного кровяного давления и, как следствие, быстрой утомляемости при физической нагрузке, а также многих других механизмов, которые позволяют нам приспосабливаться к меняющимся условиям внешней среды.

Центральная нервная система осуществляет управление работой всего организма и контролирует успешность его функционирования. С помощью периферической нервной системы управляющие сигналы передаются всем органам. Важнейшую роль в рефлекторном (автоматическом) бессознательном регулировании деятельности органов играет спинной мозг. Важна и его роль в проведении нервных импульсов.
Вегетативная нервная система объединяет элементы, участвующие в бессознательном управлении работой всех внутренних органов. Входящая в нее симпатическая нервная система мобилизует организм, а парасимпатическая – способствует его расслаблению. Эти две подсистемы работают, постоянно контролируя друг друга. Такой двойной нервный контроль обеспечивает гармоничную деятельность всех органов тела.

Центральная и периферическая нервные системы. Спинной мозг, спинномозговой канал. Симпатическая и парасимпатическая нервные системы



1. Как распределяются «обязанности» между разными частями нервной системы?
2. Каковы строение и функции спинного мозга?
3. Какая главная особенность вегетативной нервной системы? Чем она управляет?
4. В чем отличие действия симпатической и парасимпатической системы?



5. Вирус полиомиелита поражает нервную ткань. При этом заболевании часто наблюдают паралич верхних и нижних конечностей. Поражение каких нейронов может привести к такому параличу?
6. Известно, что некоторым функциям, которые выполняет вегетативная нервная система, человек может обучиться. В чем опасность таких упражнений?

§ 19. ГОЛОВНОЙ МОЗГ



Как устроен спинной мозг и каковы его функции?
Что такое периферическая нервная система?
Какова роль вегетативной нервной системы?



!! Почему, разглядывая изображение мозга лягушки, мы хорошо видим все его отделы, а на изображении мозга человека хорошо видны только большие полушария?



Удивительный мозг

Наш мозг обладает удивительными свойствами. Мы умеем мыслить, разговаривать, решать очень сложные задачи, создавать конструкции, которых никогда не было в природе. И все это благодаря мозгу. Сравнивая структуру и функции человеческого мозга и мозга животных, мы можем задаться вопросом, в чем же уникальность человеческого мозга. Мы не умеем плавать, подобно дельфину, и нам далеко до точности прыжков серны. Зато мы лучше других справляемся с такими задачами, как наблюдение, анализ и синтез, при решении очень сложных проблем.



1. Мозг лягушки и человека.

Какие отделы мозга человека особенно развиты?

Эти задачи под силу не всякому. И действительно, мозг человека – чрезвычайно сложная структура, которую образуют более ста миллиардов нервных клеток. Они собраны в округлые скопления – ядра, расположенные между белым веществом, или покрывают относительно тонким слоем поверхность каких-то отделов мозга – и тогда их называют корой.

Функционирование мозга – результат сложного взаимодействия многих его структур



Нейроны каждого ядра и участков коры образуют свойственный только этой структуре набор клеток разной формы, которые связаны друг с другом совершенно определенным образом. Изучая клеточное строение мозга под микроскопом, по картине расположения нейронов можно узнать, что это за структура.

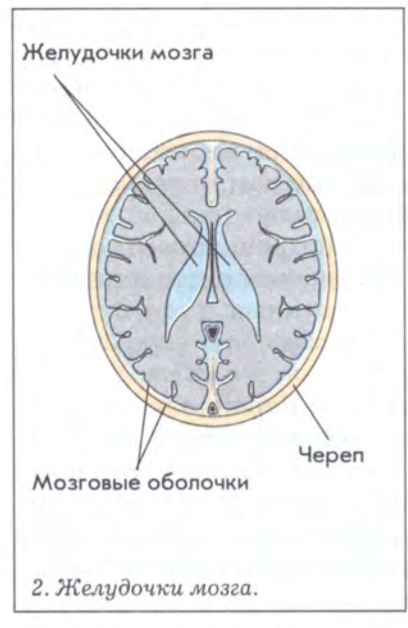
Многие годы ученые пытаются понять, какова «специализация» каждой из структур. И вот что удивительно. Вот уже более полувека, например, известно, какие структуры мозга связаны с управлением движениями, но как они работают в тот момент, когда человек движется, и какая структура «принимает решение» о том, какое движение нужно совершить, так и остается неясным. Ученые пришли к выводу, что функции мозга, будь то организация движений или элементы поведения, – результат сложного взаимодействия многих его структур, каждая из которых работает по-своему. В отличие от других систем органов человеческого тела, например кровеносной, где мы можем достаточно точно определить, какую часть общей работы выполняют сердце или сосуды, для заключений о функциях структур мозга у человечества пока недостаточно знаний. Можно только сказать, в выполнении какой общей задачи они принимают участие. Поэтому, когда мы будем говорить о функциях того или иного отдела мозга, необходимо помнить, что, во-первых, это не единственная, а главная на данный момент известная функция и, во-вторых, в ее выполнении принимают участие и многие другие отделы мозга.

Строение головного мозга

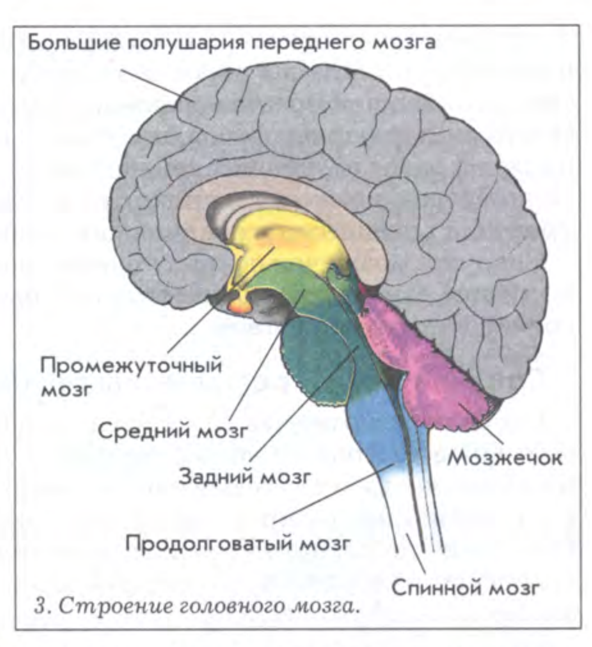
Глядя на головной мозг человека, трудно поверить, что это расширенный передний конец спинного мозга, уж очень велико расширение. Но тем не менее это так. Три оболочки – твердая, мягкая и паутинная – продолжаются со спинного мозга на головной, образуя единый покров, а спинномозговой канал продолжается в головной мозг и образует внутренние полости мозга – желудочки, заполненные жидкостью. В головном мозге выделяют пять основных отделов: продолговатый мозг, задний мозг, средний мозг, промежуточный мозг, передний мозг. Отделы, примыкающие к спинному мозгу, сходны с ним по строению, но чем дальше, тем это сходство меньше.

Продолговатый мозг – «начальник» вегетативной нервной системы

Продолговатый мозг по строению похож на спинной. Так же как и через спинной мозг, через продолговатый идут проводящие пути, связывающие все структуры головного мозга со спинным и периферической нервной системой. Борозды спинного мозга продолжаются и на продолговатый, однако серое вещество не образует сплошного тяжа, а расположено отдельными скоплениями – ядрами. Продолговатый мозг выполняет значительную часть работы по управлению не зависимыми от



2. Желудочки мозга.



3. Строение головного мозга.

нашего сознания функциями организма. Он обеспечивает автоматическую работу дыхательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной и других систем с помощью вегетативной нервной системы. Не случайно серьезные повреждения продолговатого мозга приводят к смерти.

Задний мозг – «редактор» поз и движений

Две основные структуры заднего мозга – мост и мозжечок.

Мост – анатомическое и функциональное продолжение продолговатого мозга. Через мост, как и через продолговатый мозг, также идут проводящие пути, и в нем есть ядра. Мост также принимает участие в регуляции жизненных функций организма и играет важную роль в переключении двигательных сигналов, идущих из коры больших полушарий в мозжечок.

Мозжечок расположен позади продолговатого мозга и моста, под затылочными долями больших полушарий. Этот отдел нервной системы связан со всеми структурами мозга, имеющими отношение к управлению движениями. Он получает информацию от вестибулярной системы и системы мышечной чувствительности. Мозжечок участвует в управлении точными согласованными движениями, отвечает за сохранение равновесия, развитие двигательных навыков, когда движение из контролируемого нашим сознанием при многократных повторах переходит в разряд «автоматических», выполняемых без участия или почти без участия сознания. Вспомните, как трудно научиться ездить на двухколесном велосипеде – снача-

ла приходится контролировать каждое свое движение, но затем наступает момент, когда вы перестаете думать о том, как скоординировать свои движения, и просто наслаждаетесь быстрой ездой. Да и ходить, и бегать, не теряя равновесия, мы учимся не один год. Мозжечок хранит память о ранее заученных движениях. Например, при переходе ручейка по бревну мозжечок активирует все известные нам механизмы сохранения равновесия и правильного положения тела.

Снаружи мозжечок покрыт тонким слоем серого вещества – корой, а в глубине структуры можно видеть ядра. Остальное пространство заполнено белым веществом.

Средний мозг – регулятор активности

Спереди от мозжечка находится средний мозг. Верхняя часть среднего мозга состоит из четверохолмия – четырех небольших бугорков. Это зрительные и слуховые центры, направляющие потоки зрительной и слуховой информации в кору больших полушарий и принимающие участие в управлении мускулатурой глаз. Другие ядра среднего мозга участвуют в регуляции состояний бодрствований и сна, двигательной и эмоциональной активности.

Черепно-мозговые нервы

От продолговатого мозга, моста и среднего мозга, так же как и от спинного, отходят парные нервы. Поскольку они выходят через отверстия в черепе, их называют черепно-мозговыми.

Каждая из 12 пар этих нервов имеет не только номер и собственное название, но и выполняет специфическую, присущую только ей функцию. Так, черепно-мозговые нервы 1, 2 и 8-й пары обслуживают соответственно зрение, обоняние и слух, а нервы 5-й пары связаны с кожной и мышечной чувствительностью головы. Другие нервы обслуживают вкусовую чувствительность, глазные мышцы, мышцы языка и ротовой полости, кожу головы, мимические мышцы и т.д. Особого внимания заслуживают нервы 10-й пары. Эти два нерва принадлежат вегетативной нервной системе. Их не случайно называют блуждающими: многочисленные ветви этих нервов идут к сердцу, легким, кишечному тракту, органам шеи.

Промежуточный мозг

Ключевые структуры промежуточного мозга – это таламус и **гипоталамус**. Таламус – еще один центр переключения нервных импульсов зрительных и слуховых путей. Это своего рода ворота, через которые в кору больших полушарий поступает информация об окружающих нас внешних условиях и о состоянии нашего тела.

Под таламусом расположен гипоталамус – главный центр, принимающий участие в контроле и управлении вегетативной нервной систе-

мой. Передние области гипоталамуса – зона парасимпатических влияний, а задние – симпатических. В гипоталамусе расположено большое количество нейронов, реагирующих на изменение состояния внутренней среды организма. Так, при понижении концентрации глюкозы в крови возбуждается находящийся здесь центр голода и насыщения. В гипоталамусе находятся центры жажды и терморегуляции, а также запуска положительных и отрицательных эмоциональных реакций, страха, агрессии и др.

Нервная и эндокринная системы регулируют работу организма. Роль координатора в значительной степени принадлежит гипоталамусу. Через гипофиз – главную эндокринную железу – он оказывает влияние практически на все железы внутренней секреции.

Большие полушария – «верховный главнокомандующий» организма

Даже при первом взгляде на мозг сразу видны два крупных образования – большие полушария. Покрывающее их серое вещество называют **корой больших полушарий**.



4. Поля коры.

Далеко не все сигналы от рецепторов достигают коры. Многие задачи решаются другими структурами автоматически, как было отмечено в предыдущем параграфе. Если автоматический ответ не приводит к желаемому результату, включается механизм сознательной регуляции. Например, ощутив боль, мы начинаем искать причину, ее вызвавшую, а затем и способ ее устранения.

Поверхность полушарий собрана в складки. Выступающие части поверхности коры образуют извилины, а углубления – борозды. За счет борозд и извилин поверхность мозга, а значит, и площадь коры увеличиваются в 30 раз. В результате возрастает и число ее нейронов. Детальный анализ строения коры показал, что в разных ее участках оно неодинаково. Это связано с различными функциями участков коры. Ее участки, выполняющие различные функции, носят названия полей или зон коры. Каждое поле связано с выполнением определенных задач. В коре есть большое количество зон, отвечающих за обработку сигналов от органов чувств. Это чувствительные или сенсорные поля – зрительные, слуховые, тактильные. Здесь же, в коре, имеются поля, обеспечивающие управление движением, отвечающие за положение тела в пространстве, а также зоны с более сложными функциями – речи, узнавания лиц и др. Под корой полушарий головного мозга, состоящей из серого вещества, лежит слой белого вещества. В нем расположены большие ядра, которые по расположению там называют – *подкорковые*.

Они получают информацию практически от всех областей коры, и, по-видимому, играют значительную роль в принятии решений о двигательных командах, обучении и, вероятно, в сознательной деятельности мозга.

Внешне полушария очень похожи, но функции их различны. Левое полушарие управляет органами правой стороны тела, а правое – левой стороны. Кроме того, левое полушарие связано с логическим, а правое – с образным мышлением.

Левое и правое полушария соединяет мозолистое тело – перемычка из белого вещества – толстый мост, состоящий из миллионов нервных волокон. Эти волокна позволяют объединять, сопоставлять и анализировать информацию, полученную каждым из полушарий.

Продолговатый и промежуточный мозг участвуют в управлении работой вегетативной нервной системы. Мозжечок – одна из структур двигательной системы – участвует в организации точных согласованных движений и сохранении равновесия. Средний мозг – один из центров в цепи переработки информации от органов зрения и слуха. Большие полушария – кора и подкорковые ядра – высший отдел центральной нервной системы – ведают сознательной деятельностью человека и формированием автоматических программ, возникающих в процессе обучения.

Головной мозг, продолговатый мозг, мозжечок, средний мозг, промежуточный мозг, гипоталамус, большие полушария мозга, кора больших полушарий



1. Почему большие полушария мозга человека закрывают все остальные отделы мозга?
2. Что такое кора?
3. С выполнением каких функций связаны разные отделы головного мозга?



4. Как вы думаете, почему ткани мозга нечувствительны к боли?
5. Как вы думаете, отчего так трудно точно определить, какую роль в работе мозга играет та или иная структура?

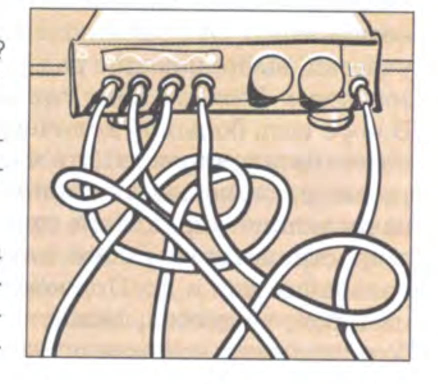
§ 20. УПРАВЛЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА



Как нервный сигнал достигает адресата?
Почему химические сигналы действуют медленно?
Что такое эндокринная система и какова ее роль?



Нервная система посылает быстрый сигнал по точному адресу? Как осуществить «рассылку» сообщений многим органам?



Клеткам многоклеточного организма для согласования процессов деления, координации функций и организации в ткани необходимо обмениваться информаци-

ей друг с другом. На самых ранних этапах развития зародыша, задолго до формирования нервной системы, средством «общения» между клетками служат специальные сигнальные вещества. Наряду с нервной системой они управляют нашим организмом и дальше в течение всей жизни. Транспортным средством для этих веществ является внутренняя среда организма – кровь, лимфа и межклеточная жидкость. Эту систему управления организмом называют **гуморальной** регуляцией. Изучение физиологического действия сигнальных веществ привело к пониманию многих механизмов формирования организма человека, перемен, происходящих с ним во время роста и полового созревания, его устойчивости к воздействиям окружающей среды.

Биологически активные вещества в нервной системе, межклеточной жидкости, крови и лимфе

Действие сигнальных веществ основано на их способности изменять характер обмена веществ в клетках органов, чувствительных к этому веществу (органов-мишеней). Они могут увеличивать или угнетать активность ферментов, менять проницаемость мембран и многими другими способами влиять на обмен веществ конкретной клетки. Поэтому, сигнальные вещества называют **биологически активными веществами**.

В нашем организме действует большое количество различных биологически активных веществ. Например, нейромедиаторы, использующиеся в синапсах нервных клеток. Расстояние между мембранами клеток в синапсе составляет миллионные доли миллиметра, сигнал адресован очень точно и передается за тысячные доли секунды.

Другие клетки, вырабатывающие биологически активные вещества, не образуют специальных структур, похожих на синапс. Но они



1. Схема разных типов химической сигнализации.

Каким образом обеспечивается адресная направленность в разных типах химической сигнализации?

расположены так близко к клеткам-мишеням, что передача сигнального вещества происходит с помощью диффузии, минуя течение крови или лимфы.

И, наконец, существует третий тип клеточной химической сигнализации. В этом случае биологически активные вещества разносятся кровью и действуют на клетки-мишени, которые могут находиться в самых отдаленных частях организма. Такие вещества называются **гормонами**, а сигнализация в отличие от других случаев гуморальной регуляции – эндокринная. Скорость передачи сигнала в этом случае значительно ниже, чем в двух предыдущих, но он, как правило, адресован многим клеткам-мишеням, расположенным далеко от клеток, секретирующих биологически активные вещества.

Гормоны регулируют процессы обмена веществ в клетках органов или систем органов, поэтому они влияют на рост и развитие организма в целом.

Биологически активные вещества действуют на клетки-мишени

Химический сигнал адресован многим, но не всем клеткам организма, а только строго определенным. Как их найти, если гормоны транспортируются кровью, а клетки расположены далеко?

Дело в том, что клетка-мишень реагирует на сигнальное химическое вещество только в том случае, если на ее мембране есть специальные белки-рецепторы, которые «узнают» молекулу и «считывают» информацию, закодированную в ней. Таким образом, принцип действия биологически активных веществ напоминает радиосвязь, когда посылаемый в эфир сигнал адресуется «всем, всем, всем». Но этот сигнал доходит до адресата только при наличии у него приемника, точно настроенного на волну данной станции. Подобно этому в организме сигнальное вещество хоть и достигает с током крови всех органов и тканей, но действует только на те клетки, у которых есть специальные рецепторы, узнающие именно эту молекулу.



2. Схема действия химического сигнала.

На мембране каждого типа клеток организма располагается характерный, свойственный ему набор белков-рецепторов. Можно сказать, что это программа ответов клеток на сигнальные вещества.

Количество рецепторов каждого типа может меняться в зависимости от физиологического состояния организма, а вместе с количеством меняется и чувствительность клетки к определенному сигнальному веществу.



3. Действие одинаковых сигнальных молекул на разные клетки.

Почему одни и те же молекулы оказывают неодинаковое действие на клетки разных тканей?



Одинаковые сигнальные молекулы на разные клетки могут оказывать различное действие. Например, медиатор ацетилхолин силу сокращения скелетной мускулатуры увеличивает, а сердечной мышцы – уменьшает. Дело в том, что рецепторы ацетилхолина волокон скелетной и сердечной мышц отличаются друг от друга.

Один в поле не воин

Гормоны действуют на организм по-разному. Некоторые из них обеспечивают нормальное развитие организма, определенную последовательность запуска программ развития тканей, органов и систем. Действие таких гормонов, как правило, ограничено каким-то возрастным периодом жизни человека. Например, действие гормона роста в период развития организма.

Другие гормоны отвечают за способность отдельных органов и их систем увеличивать или уменьшать свою активность в ответ на изменения внешней и внутренней среды, обеспечивая постоянство последней. Действие этих гормонов быстро и кратковременно. Например, при повышении уровня глюкозы в крови гормон инсулин в считаные секунды заставляет клетки печени и мышц поглощать ее – и концентрация глюкозы в крови падает.

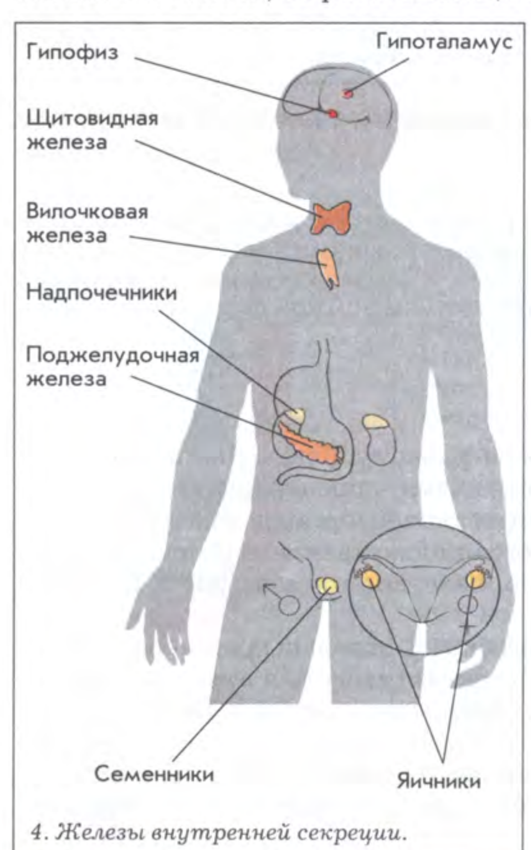
Гормоны третьей группы сами не оказывают влияния на клетки организма, но создают условия для действия других гормонов.

Разные гормоны находятся в сложном взаимодействии друг с другом, и, как правило, действие каждого из них зависит от присутствия какого-то одного или нескольких других.

Железы внешней и внутренней секреции

Клетки, вырабатывающие и выделяющие биологически активные вещества, обычно собраны в специальные органы – железы. В нашем организме существует две системы желез. Железы одной из этих систем имеют протоки, через которые биологически активные вещества выделяются во внешнюю среду. Их называют **железами внешней секреции**, или экзокринными железами. Это слезные, слюнные, потовые железы, печень.

Гормоны выделяются клетками непосредственно во внутреннюю среду – межклеточную жидкость, а затем с помощью диффузии проникают в капилляры и разносятся кровью по организму. В связи с этим скопления клеток, вырабатывающих гормоны, не имеют специальных протоков для их выведения и называются **железами внутренней секреции**, или **эндокринными**. К ним относятся: гипоталамус, гипофиз, надпочечники, щитовидная, паращитовидные.



4. Железы внутренней секреции.

Почему в отличие от этих желез печень относят к железам внешней секреции, ведь она не выделяет вещества на поверхность тела?

Некоторые железы выполняют как внешнесекреторную, так и внутрисекреторную функцию. Их называют железами **смешанной секреции**. Примером может служить поджелудочная железа. Часть ее клеток вырабатывает ферменты, поступающие по протокам в пищеварительный тракт, в то время как другая – выделяет гормоны, поступающие в кровь.

Каждая эндокринная железа вырабатывает несколько гормонов, часто совершенно различных по своему действию. Однако одни и те же гормоны могут производиться разными железами.

Скорость распространения гормонов определяется скоростью диффузии и кровотока, поэтому она невысока. Обычно требуется несколько минут, чтобы гормон достиг своей мишени.



В межклеточной жидкости и крови гормоны очень сильно разбавляются, однако они способны действовать в чрезвычайно низких концентрациях. Например, 1 г гормона инсулина достаточно, чтобы понизить уровень сахара в крови 125 тыс. кроликов. С одной строны, повышение концентрации гормона приводит к усилению его действия, поэтому важно, чтобы он не накапливался в организме. Некоторые из гормонов выводятся из организма с мочой, другие претерпевают химические изменения и теряют свои свойства. С другой стороны, для поддержания роста, жизнедеятельности и развития организма требуется определенный уровень содержания гормонов в крови, а значит, необходимо постоянное их выделение соответствующей железой. В здоровом организме существует гармоничное равновесие между активностью эндокринных желез и ответом клеток-мишеней. Иногда необходимое организму равновесие нарушается, и возникает избыток или недостаток того или иного гормона. Чем меньше гормона в крови, тем интенсивнее вырабатывают его клетки железы, и наоборот.

Если по какой-то причине гормоны производятся железой в избытке, говорят о ее гиперфункции, а когда в недостатке – о гипофункции. При значительных отклонениях выработки того или иного гормона возникают эндокринные заболевания.

Итак, гормоны – это биологически активные вещества, которые вырабатываются в организме специализированными клетками или железами, транспортируются током крови к различным органам и регулируют их работу.

Биологически активные вещества обеспечивают все функции управления в организме на малых расстояниях (между соседними клетками и даже внутри клеток). В многоклеточном организме химические сигналы-гормоны вырабатываются железами внутренней секреции и распространяются на большие расстояния при помощи крови и лимфы. Гормоны управляют разнообразными функциями организма и адресованы, как правило, нескольким органам-мишеням.

Биологически активные вещества, гормоны, железы внутренней и внешней секреции

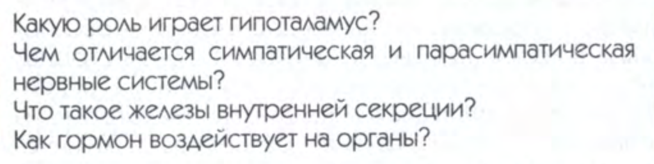


1. Что такое биологически активные вещества?
2. Какие биологически активные вещества называются гормонами?
3. Что такое железы внутренней секреции?

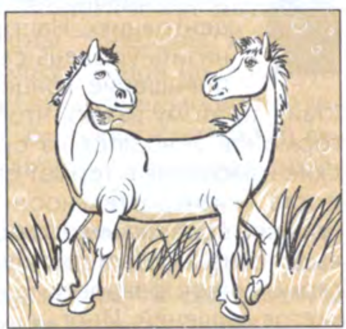


4. В чем преимущества и недостатки передачи химических сигналов по сравнению с нервными?
5. Подумайте, как можно афористически назвать этот параграф.
6. Какие биологически активные вещества действуют в клетке?

§ 21. «ДВЕ ВЛАСТИ»



Какую роль играет гипоталамус?
Чем отличается симпатическая и парасимпатическая нервные системы?
Что такое железы внутренней секреции?
Как гормон воздействует на органы?



«Две власти» – нервная и эндокринная. Как достигается согласие между ними?

Гормональные сигналы действуют в десятки раз медленнее, чем электрические сигналы нервной системы, гормоны контролируют те функции организма, для запуска или регуляции которых требуются минуты, часы, а иногда месяцы и даже годы. Однако связь между нервной и эндокринной регуляцией настолько тесная, что правильнее говорить о **нейрогуморальной регуляции** деятельности нашего организма. Каким образом взаимодействуют столь различные по способу действия системы?

гипоталамус
гипофиз
гормон роста
пролактин
командные гормоны
кости
молочные железы
надпочечники
адреналин и норадреналин
щитовидная железа
тироксин
семенники
тестостерон
яичники
прогестерон, эстрогены
поджелудочная железа
инсулин

1. Влияние гипоталамуса и гипофиза на другие железы внутренней секреции.

Какие железы вырабатывают командные гормоны, а какие – гормоны-исполнители?

Центр управления химической регуляцией расположен в гипоталамусе

Мы уже упоминали о необычайно важном отделе промежуточного мозга – гипоталамусе. Это один из главных нервных центров регуляции жизнедеятельности нашего организма, а также орган, в котором эндокринная и нервная системы взаимодействуют друг с другом. Гипоталамус получает информацию об изменениях во внешней и внутренней среде и принимает решения о том, что необходимо изменить в работе организма.

Многие клетки гипоталамуса сочетают в себе свойства нейрона и эндокринной клетки, поэтому их называют нейроэндокринными. Аксоны этих клеток образуют тесные контакты с капиллярами, несущими кровь к гипофизу – эндокринной железе, расположенной у основания головного мозга. В ответ на электрические сигналы нейронов различных отделов мозга нейроэндокринные клетки выделяют в кровь гормоны, каждый из которых стимулирует или подавляет выработку гормонов клетками гипофиза. В свою очередь, гормоны гипофиза управляют деятельностью других эндокринных желез. Такая сложная многоступенчатая система регуляции функций организма, в которой тесно взаимодействуют нервный и эндокринный механизмы, позволяет очень тонко координировать деятельность органов, тканей и клеток. Связь гипоталамуса и гипофиза так тесна, что их объединяют в единую гипоталамо-гипофизарную систему.

Гипофиз – главный регулировщик

Итак, **гипофиз** занимает особое место в системе желез внутренней секреции. С помощью своих гормонов он регулирует рост, развитие и работу других эндокринных желез, таких как надпочечники, щитовидная и половые железы. Эти гормоны можно назвать командными. Секреция командных гормонов усиливается при стрессе, их недостаток сказывается на функции многих эндокринных желез, поэтому гипофиз называют «эндокринным мозгом». Под управлением гипоталамуса эта эндокринная железа принимает участие в регуляции обмена веществ, эмоционального состояния, психической активности и прочих важнейших функций нашего организма.

Гипофиз вырабатывает не только командные гормоны, но и гормоны-исполнители, непосредственно влияющие на органы и ткани организма. Среди них – **гормон роста**, или соматотропин, один из важнейших гормонов эндокринной системы. Он способствует поступлению аминокислот в клетки, усиливает синтез белка, повышает синтез нуклеиновых кислот и тем самым ускоряет рост и деление клеток, стимулирует рост тела. При недостатке этого гормона у детей резко замедляется рост, и человек на всю жизнь остается карликом, ростом около 120 см. Если же

выработка гормона избыточна, развивается гигантизм и рост человека может достигнуть 240–250 см.

Иногда выработка гормона роста значительно повышается у взрослых людей, рост тела которых уже завершен. В этом случае увеличиваются в размерах те части тела, которые еще способны расти - пальцы рук и ног, кисти и стопы, нос и нижняя челюсть, язык, органы грудной и брюшной полостей. Это – заболевание, оно называется акромегалией.

При чем тут йод?


2. Базедова болезнь.

Вы наверняка неоднократно слышали о том, что йод необходим для нашего организма, и знаете, что существуют медицинские препараты, содержащие этот элемент, а в пищу рекомендуют употреблять только йодированную поваренную соль. Как связан йод с эндокринной системой? Дело в том, что он входит в состав гормонов одной из эндокринных желез – **щитовидной**. Ее важнейший гормон – тироксин – повышает интенсивность обмена веществ в организме.

Недостаточная выработка гормонов щитовидной железы в детском возрасте приводит к задержке роста, нарушению пропорций тела, полового и умственного развития. Такое заболевание называется кретинизмом.

У взрослых людей недостаток гормонов щитовидной железы ведет к развитию вялости, сонливости, апатии, снижению интеллекта, угнетению обмена веществ. У таких больных развивается отек тканей – болезнь под названием «микседема», т.е. «слизистый отек».

Повышенная функция щитовидной железы также может быть опасной для здоровья и приводит к развитию базедовой болезни. В результате нарушения метаболизма больной испытывает постоянное сильное чувство голода, но, несмотря на потребление большого количества пищи, он сильно худеет. Заболевание сопровождается учащенным сердцебиением, повышенной нервной возбудимостью, увеличением щитовидной железы, изменением глаз.

Недостаточная секреция гормонов щитовидной железы часто встречается у людей, проживающих в местностях, где в воде и почве мало йода. Именно поэтому в настоящее время широко проводится йодная профилактика.

Проблемы с сахаром

Поджелудочная железа относится к железам смешанной секреции. Среди ее клеток, вырабатывающих пищеварительные ферменты, разбросаны скопления клеток, вырабатывающих гормоны. Важнейшие гормоны **поджелудочной железы – инсулин** и глюкагон – поддержива-



3. Строение поджелудочной железы.

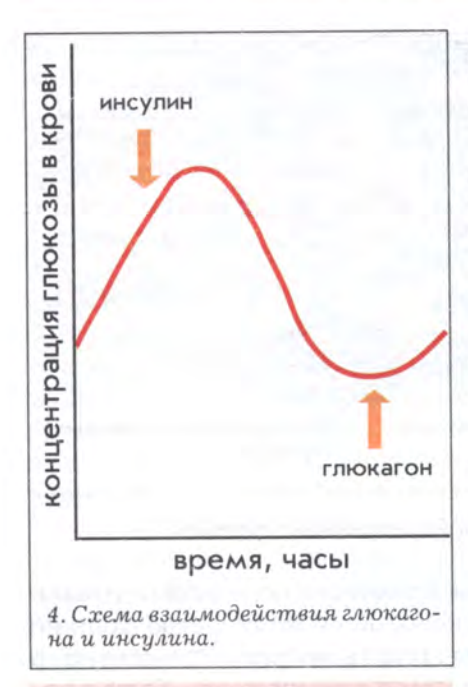
Почему поджелудочную железу считают железой смешанной секреции?

ют постоянный уровень глюкозы в крови. Глюкоза – основной источник энергии для наших клеток, поэтому некоторое ее количество должно всегда присутствовать в крови, чтобы снабжать энергией те клетки, в которых нет запаса этого вещества, например клетки мозга. Если в организм поступает большее количество глюкозы, чем необходимо в данный момент, и ее содержание в крови повышается, клетки поджелудочной железы начинают вырабатывать инсулин. Этот гормон способствует большему притоку глюкозы внутрь клеток, созданию ее запаса в форме гликогена, а также накоплению других веществ – потенциальных источников энергии (жира, белка). Благодаря деятельности инсулина уровень глюкозы в крови снижается.

Если же по какой-то причине уровень глюкозы в крови становится ниже необходимого для организма уровня, поджелудочная железа начинает вырабатывать глюкагон. Его название говорит само за себя. Он «гонит» глюкозу из клеток, активирует расщепление гликогена и стимулирует распад жиров.

Благодаря этим двум гормонам-антагонистам у нас в организме существует эффективная регуляция использования клетками основного источника энергии – глюкозы.

Недостаток инсулина приводит к опасному заболеванию – сахарному диабету, во время которого ткани организма не могут усваивать сахар. Большое количество глюкозы накапливается в крови, и ее избыток начинает выводиться с мочой. В то же время клетки организма постоянно испытывают недостаток энергии и начинают компенсировать его, используя жировые запасы и тканевые белки, главным образом мышечные. Повышенный уровень глюкозы в крови, ее выведение с мочой и использование жиров и белков в качестве источника энергии приво-



4. Схема взаимодействия глюкагона и инсулина.

Что означают подъем и снижение кривой на графике?

дят к похуданию больного, чрезмерному мочеотделению, постоянному ощущению сильной жажды и голода.

При избытке инсулина количество глюкозы в крови катастрофически уменьшается и наступает гипогликемический шок.

«Фабрика» гормонов

На верхушках почек находятся две железы – надпочечники. Это настоящая «фабрика» гормонов, их здесь вырабатывается несколько десятков. Каждый надпочечник состоит из двух частей: внешней – коры и внутренней – мозгового вещества. Гормоны коры надпочечников активно влияют на обмен, особенно на углеводный и белковый, обмен минеральных веществ и воды. Действие этих гормонов помогает нашему организму не только приспосабливаться к меняющимся условиям среды, но и выживать в экстремальных ситуациях.

Мозговое вещество надпочечников вырабатывает всего два гормона – адреналин и норадреналин. Эти гормоны работают под девизом «готовься к битве или бегству». Вы, наверное, помните, что очень похоже действует на организм активация симпатической нервной системы, но гормональный эффект более длительный. Благодаря широкому спектру действия адреналин и норадреналин участвуют в регуляции обмена углеводов и жиров, деятельности сердечно-сосудистой и нервной систем, скелетной мускулатуры и мускулатуры внутренних органов, «готовят» организм к стрессу, сверхусилию, встрече с опасностью.

В течение всей жизни человека клетки коры надпочечников вырабатывают мужские и женские половые гормоны. Однако существенную роль они играют только в детском возрасте, когда функция половых желез еще слабо развита.

Гормоны половых желез

Половые железы выполняют в нашем организме двоякую функцию. Во-первых, в них проходит сложный процесс развития и созревания половых клеток, а, во-вторых, их железистые клетки вырабатывают половые гормоны, влияющие на все формы деятельности организма, связанные с деторождением. И в мужских, и в женских половых железах вырабатываются как мужские, так и женские гормоны, но в различ-

ных соотношениях. Эти гормоны регулируют развитие половых клеток и органов, половое созревание и поведение человека, а также обеспечивают нормальное протекание беременности и подготовку молочных желез к секреции молока.

Согласование нервной и эндокринной систем осуществляется автоматически через гипоталамус, расположенный в промежуточном мозге. Он управляет работой гипофиза – эндокринной железы, гормоны которой регулируют деятельность всех прочих желез внутренней секреции и процессы роста. Гормоны щитовидной железы отвечают за интенсивность обмена веществ организма. Гормоны надпочечников активизируют и подавляют активность многих органов, помогают организму выживать в неблагоприятных условиях. Гормоны поджелудочной железы поддерживают уровень глюкозы в крови.

Нейрогуморальная связь, гипофиз, щитовидная железа, инсулин, надпочечники

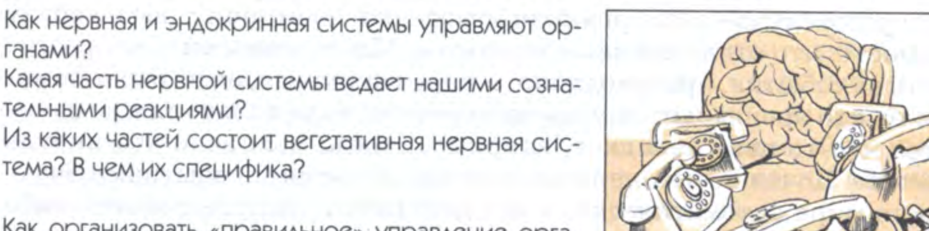


1. Какова роль гипоталамуса и гипофиза в регуляции деятельности эндокринных желез?
2. Какую роль в жизнедеятельности организма играют железы внутренней секреции: гипофиз, щитовидная железа, надпочечники, поджелудочная железа?
3. Какие проблемы возникают у больного при недостаточной или избыточной функции изученных желез внутренней секреции?



4. Почему недопроизводство гормона лечится легче, чем его же перепроизводство?
5. Почему пожилые люди нередко страдают от излишней худобы или полноты?

§ 22–23. РАЗУМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗМОМ



Как нервная и эндокринная системы управляют органами?
Какая часть нервной системы ведает нашими сознательными реакциями?
Из каких частей состоит вегетативная нервная система? В чем их специфика?



Как организовать «правильное» управление организмом?

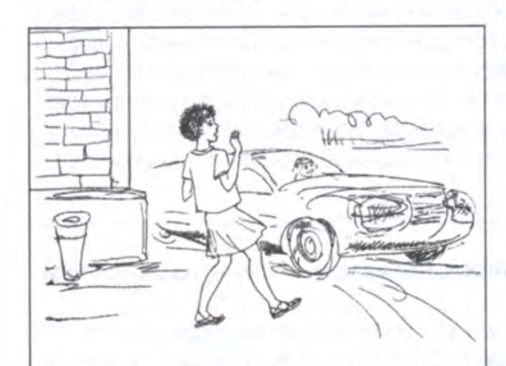
Управляющий центр может разумно руководить сложным «хозяйством», только передавая часть своих полномочий управляющим низшего звена, так сказать, по прямой связи.

Кроме того, управление бывает эффективным только в том случае, когда центр получает информацию о том, как его приказы исполняются подчиненными, то есть когда имеется **обратная связь**. В результате

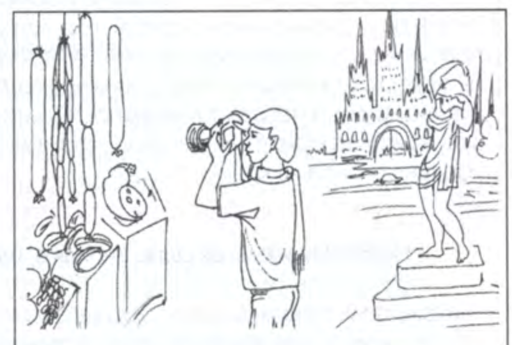
управление превращается в циклический процесс. Управляющий центр приказывает и принимает решение о дальнейших действиях после получения информации об исполнении приказа «на местах».

Автоматическая и сознательная регуляция

Представьте себе две ситуации.



1. Вы переходите улицу и вдруг видите, что из-за поворота на большой скорости выезжает автомобиль. Ваше сознание и весь предыдущий опыт подсказывают вам, что автомобиль опасен, и вы отскакиваете назад, уступая ему дорогу.



2. Гуляя по незнакомому городу, вы любуетесь достопримечательностями, но через несколько часов замечаете, что ваше внимание гораздо больше стали привлекать витрины гастрономов и вывески кафе, чем архитектурные памятники. Организм напоминает вам, что вы голодны.

Какова роль сознательных действий в этих случаях?

В первом случае ваша реакция мгновенна, во втором – вы не сразу понимаете, что отвлекло ваше внимание. Мы склонны сильнее реагировать на события, происходящие в мире вокруг нас, но не очень замечаем то, что происходит внутри нашего тела, если только там не начинается что-то явно неладное, например, когда мы съели что-нибудь несвежее. Почти всегда нервная система управляет событиями внутреннего мира автоматически, и все действия предпринимаются либо периферической нервной системой, либо нижними отделами центральной нервной системы. Обращение к высшим отделам мозга и сознанию происходит только в тех случаях, когда для принятия решения управляющим системам нижнего звена не хватает прошлого опыта или там нет готовой программы действий.

В большинстве случаев мы пользуемся огромным количеством таких программ и выполняем необходимые действия без всяких усилий, не думая о них. Ситуация, требующая быстрой реакции, автоматически сопровождается учащением ритма сердца, увеличением частоты

и глубины дыхания, что обеспечивает приток насыщенной кислородом крови к органам. При этом от кожи, почек, кишечника кровоток отводится к мышцам, сердцу, легким, мозгу, так что самые важные в данный момент системы получают больше всего питательных веществ и кислорода. А если ситуация очень опасна для нас, гипофиз отдаст команду, объявив дополнительную мобилизацию ресурсов организма: активировать кору надпочечников, вмешаться в углеводный обмен или стимулировать щитовидную железу, чтобы она увеличила «добычу» энергии в клетках.

Благодаря тому что высшие отделы мозга освобождены от необходимости следить за деталями внутренней жизни тела, они имеют возможность воспринимать и анализировать события, происходящие вне нашего тела. В результате мы можем приспосабливаться к внешнему миру, мыслить и творить.

Сеть «информаторов»

Управляющей системе необходима информация о том, что происходит в «подвластном ей государстве», поэтому наш организм напичкан датчиками-рецепторами. Они непрерывно сообщают управляющей системе об изменениях во внешней и внутренней среде. Кровяное давление, содержание кислорода, двуокиси углерода, глюкозы, различных гормонов и других веществ в крови, температура, степень растяжения мышц и сухожилий, информация от всех органов чувств – вот далеко не полный перечень сведений, которые получает нервная система. Все это примеры обратных связей между органами-исполнителями и управляющими системами мозга.

Сигналы рецепторов (обратная связь) передаются центру управления – головному мозгу, где информация обрабатывается. Затем головной мозг посылает команды органам-исполнителям (прямая связь). Некоторые низшие центры, например двигательные, не только посылают команды к двигательным нейронам, но и направляют их копии вышележащим нервным центрам: командиры не должны полностью доверять своим подчиненным – они сами обязаны следить за тем, что происходит в подвластных им структурах.

Управление системой транспорта

Есть органы, которые должны работать, даже если с управляющей системой что-то случилось. Главный такой орган – сердце, и вы помните, что оно обладает автоматией, механизмом, позволяющим ему сокращаться в заданном ритме, даже если нет никаких руководящих сигналов. Это пример управления на уровне низшего звена. Однако нервная и гуморальная системы могут оказывать существенное влияние на работу сердца. Симпатическая нервная система – аппарат экс-



3. Схема регуляции работы сердца.

тренной мобилизации ресурсов, ее сигналы заставляют сердце биться чаще и сильнее. Напротив, парасимпатическая нервная система способствует расслабленной работе органа, отдыху, ее сигналы снижают частоту сердечных сокращений.

Высшие отделы мозга – гипоталамус, кора больших полушарий и др. – могут оказывать влияние на сердце через те же симпатические и парасимпатические нервные волокна. Вот почему наше сердце начинает биться сильнее и чаще, когда мы смотрим фильмы ужасов, и успокаивается, когда выключаем телевизор.

На работу сердца влияют гормоны надпочечников – адреналин и норадреналин. Их действие аналогично действию симпатической нервной системы. Это примеры подчинения низшего звена высшему, несмотря на его автономию.

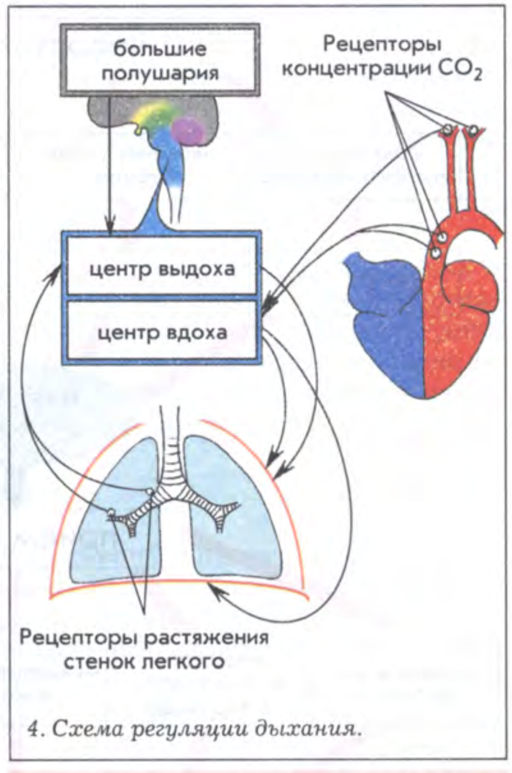
Как изменяется работа сердца во время сдачи экзамена?
Найдите на схеме прямую и обратную связь.

Управление системой вентиляции

В управлении дыханием важно обеспечить его ритмичность и регулярность, так как нам необходим постоянный приток кислорода. Но этого мало, ведь во время физических и умственных нагрузок, стрессов обмен веществ в тканях возрастает, а значит, повышается и потребность в кислороде. Увеличить или уменьшить количество кислорода, доставляемого тканям, возможно только, регулируя частоту и глубину дыхания.

Управляет дыхательными движениями **дыхательный центр**, расположенный в продолговатом мозге. Он состоит из нескольких ядер, но его основа – **центр вдоха и центр выдоха**. Нейроны этих центров обладают автоматией. Они периодически самопроизвольно возбуждаются, причем возбуждение центра выдоха сопровождается торможением клеток в центре вдоха и наоборот. Нервные импульсы из центра вдоха поступают к двигательным центрам спинного мозга, откуда управляющие сигналы идут к межреберным мышцам и диафрагме и вызывают их сокращение. Объем грудной клетки увеличивается, и воздух поступает в легкие.

Растяжение стенок легкого возбуждает специальные рецепторы – и импульсы от них поступают в центр выдоха. Его нейроны активируются и подавляют активность центра вдоха. Поток нервных импульсов к мышцам прекращается, они расслабляются – происходит выдох.



4. Схема регуляции дыхания.

Как изменится объем потребляемого воздуха во время сна, при ходьбе, беге?

Работа центров вдоха и выдоха может измениться под действием нервных сигналов от рецепторов, расположенных в различных системах органов. Главный фактор, определяющий силу и частоту дыхательных движений, – концентрация углекислого газа (CO_2) в крови. В сонных артериях, дуге аорты и в ядрах продолговатого мозга есть рецепторы, чувствительные к количеству CO_2 в крови и межклеточной жидкости мозговой ткани. Повышение его содержания увеличивает возбудимость структур дыхательного центра, в результате чего усиливается и учащается дыхание.

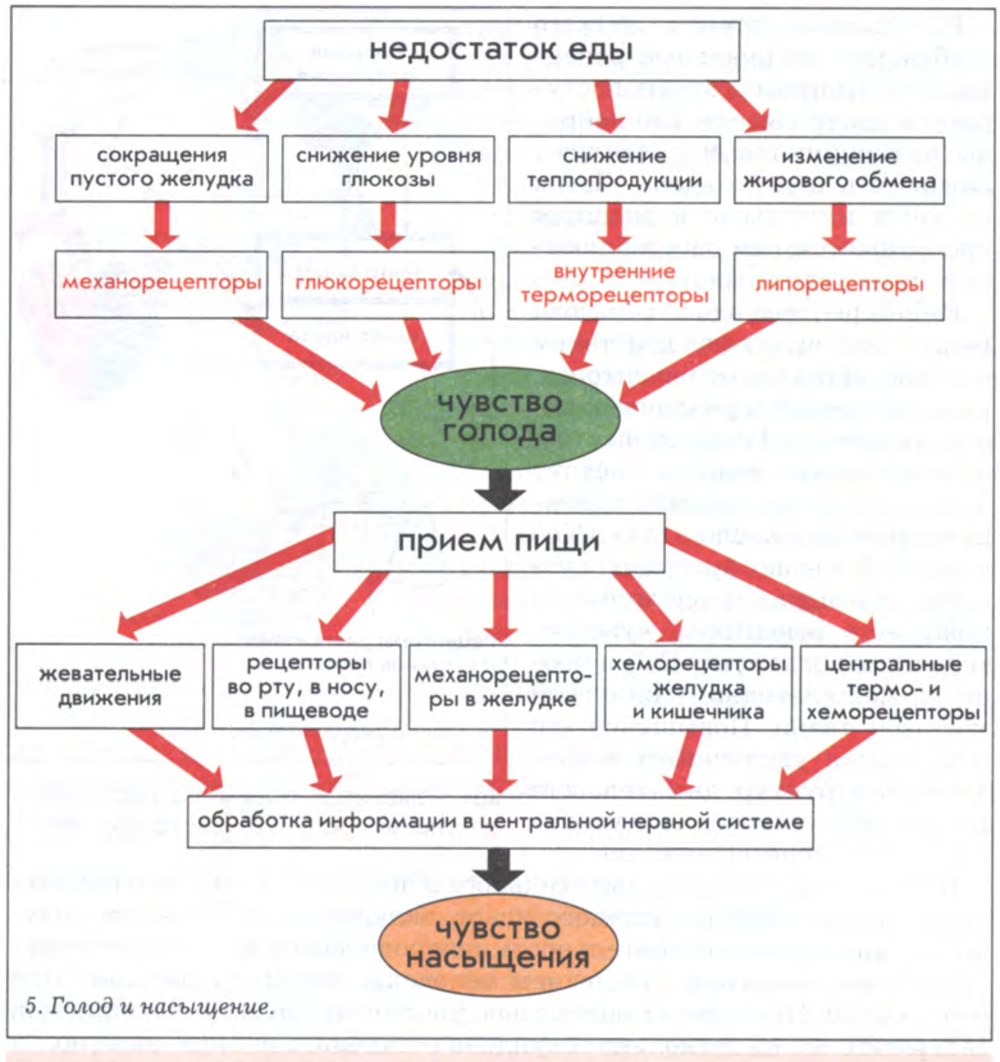
В регуляции функций дыхательного центра могут принимать участие и другие отделы головного мозга, включая кору больших полушарий. Они приводят деятельность центров вдоха и выдоха в соответствие с меняющимся поведением человека, изменяют дыхание при речи, пении. Мы можем произвольно увеличить частоту дыхания или задержать его на несколько секунд, но остановить его невозможно.

Увеличить частоту и глубину дыхания может и гормон «мобилизации организма» – адреналин.

Есть или не есть?

Что заставляет нас думать о еде? Рецепторы растяжения в стенках желудка сигнализируют не только о его наполненности, но и об отсутствии там пищи. Импульсы от этих датчиков – отчетливый сигнал голода.

Снижение уровня глюкозы в крови – еще более тревожный сигнал, который подают рецепторы печени, желудка и тонкого кишечника в промежуточный мозг. Другие нейроны чувствительны к содержанию в



5. Голод и насыщение.

Во время опасности мы не ощущаем голода. Почему?

крови жирных кислот. Действуя совместно с рецепторами глюкозы, они могут активировать «системы аппетита» в гипоталамусе и побуждать организм к приему пищи. Снижение выработки тепла организмом – опасный симптом. Он свидетельствует о недостатке «топлива» и также может вызывать чувство голода.

Что заставляет нас заканчивать трапезу? Чувство насыщения. Каждый из нас знает, что это не просто исчезновение чувства голода, но и удовольствие от ощущения полноты желудка. Растяжение стенок же-

лудка пищей – фактор насыщения. На этом основаны современные методы снижения аппетита для борьбы с ожирением: в желудок вводят баллон, заполненный жидкостью. Он растягивает стенки желудка и снижает чувство голода. Сигналы рецепторов желудка и тонкого кишечника о присутствии глюкозы и аминокислот в пище, повышение уровня глюкозы в крови, возрастание выработки тепла при переваривании пищи, изменение обмена жиров – все это факторы, которым мы обязаны приятным чувством насыщения.

Центральная структура нервной системы, отвечающая за возникновение чувств голода и насыщения ,– гипоталамус. Обработка информации от всех вышеописанных рецепторов, вероятно, происходит в двух центрах этой структуры: *«центре голода»* и *«центре насыщения»*. Повреждение первого центра приводит к постоянному чувству насыщения и отказу от пищи, в то время как повреждение второго – к неумеренному ее потреблению.

Управление движениями

Программирование и выполнение движений – процесс необыкновенно сложный, поэтому в нем принимают участие очень многие отделы нервной системы. Для того чтобы начать движение, прежде всего мы должны представить себе, в каком положении находится тело в данный момент в окружающем пространстве. Для этого необходима обратная связь от органов чувств (чувства равновесия, зрения, слуха). С их помощью в центральной нервной системе создается «карта» окружающего мира. Но и этого недостаточно, ведь нам необходимо иметь и «карту» собственного тела. В мышцах и сухожилиях есть рецепторные клетки, которые все время сообщают центральной нервной системе о напряжении мышц, позволяют нам чувствовать взаимное расположение костей и суставов. Только после получения всей этой информации мы можем точно выполнять движения, соотнося их с теми событиями, которые происходят вокруг нас. «Карты» окружающего мира и нашего тела сопоставляются в коре больших полушарий. Теперь можно «запускать» движение (прямая связь). Но и это непросто. В любом, даже самом простом движении принимают участие многие мышцы – одни из них сокращаются, другие расслабляются, и очень многие находятся в постоянно напряженном состоянии, чтобы поддержать тело в равновесии. Создание мозгом программы, позволяющей синхронизовать работу нашей костно-мышечной системы для совершения движений, называется **координацией**. Точная координация движений складывается не сразу – ребенок учится ходить и бегать долгое время, прежде чем освоит в совершенстве это искусство. Каждый раз при выполнении движения мозжечок и подкорковые ядра контролируют и корректируют движение, подправляют его программу, исправляют неточности в движениях. Части программ заученных движений существуют в виде

рефлексов в спинном мозге и используются для создания новых двигательных программ. Некоторые из рефлекторных движений, запрограммированных в спинном мозге, выполняются без участия высших отделов нервной системы, например, когда мы отдергиваем руку от источника боли. Но бо́льшая часть движений непрерывно корректируется корой больших полушарий с помощью сигналов, идущих от рецепторов мышц и сухожилий.

В основе функционирования организма лежат циклические процессы. Завершение одной функции включает другую, согласованную с ней (систола – диастола, ускорение сердцебиения – замедление, вдох – выдох, голод – насыщение, шаг левый – шаг правый и т.п.). Приказы центральной нервной системы и гипофиза (прямая связь) корректируются показаниями рецепторов о работе исполнительных органов (обратная связь).
Нервная и эндокринная системы регулируют работу внутренних органов автоматически, используя готовые программы действий. Это позволяет освободить высшие отделы мозга от рутинной работы и заниматься обработкой сигналов из внешнего мира.



1. Что необходимо для целесообразного управления?
2. Найдите в тексте примеры управления на низшем и высшем уровне.
3. Найдите в тексте примеры прямых и обратных связей.
4. Какие органы обладают автоматией? Почему?
5. Что такое координация движений?



6. Вам наверняка знакома поговорка «Аппетит приходит во время еды». Правильно ли это утверждение?
7. Почему вредно есть «на бегу»?

§ 24. КАК ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ ОРГАНИЗМА. ПОВТОРЕНИЕ

1. Почему в крови 60% составляет плазма и лишь 40% – форменные элементы?
2. Зачем организму нужны подвижные ткани?
3. Почему наряду с кровью в организме существует лимфатическая система?
4. В чем преимущество наличия двух желудочков сердца у человека по сравнению с лягушкой, у которой всего один желудочек?
5. Почему у продавцов часто отекают ноги?
6. Почему артериальное кровотечение гораздо опаснее венозного, но случается реже?
7. Чем отличается принцип действия нервной и эндокринной систем?
8. Значительную часть процессов в организме мы не осознаем, тогда что ими управляет?
9. Почему именно у человека такая большая ассоциативная кора мозга?
10. Почему в любой напряженной ситуации симпатическая нервная система включает надпочечники?
11. Почему рефлекторная дуга образует замкнутый цикл?
12. Как вы думаете, почему гипофиз находится в мозгу?

Что означают эти понятия?

Плазма, форменные элементы, эритроциты. Лейкоциты, тромбоциты, свертывание крови, группы крови. Большой и малый круги кровообращения, артерии, вены, капилляры, артериальная и венозная кровь. Предсердие, желудочек, клапаны сердца, сердечный цикл, автоматия сердца. Пульс, артериальное давление. Инфаркт, капиллярное, венозное и артериальное кровотечения. Лимфа, лимфатические узлы, лимфоциты. Нейрон, нервный импульс, синапс. Чувствительные, двигательные и вставочные нейроны, нервные центры, серое и белое вещество, рефлекс, рефлекторная дуга, рецептор, возбуждение и торможение. Центральная и периферийная нервные системы. Спинной мозг, спинномозговой канал. Симпатическая и парасимпатическая нервные системы. Головной мозг, продолговатый мозг, мозжечок, средний мозг, промежуточный мозг, гипоталамус, большие полушария мозга, кора больших полушарий. Биологически активные вещества, гормоны, железы внутренней и внешней секреции. Нейрогуморальная связь, гипофиз, щитовидная железа, инсулин, надпочечники.

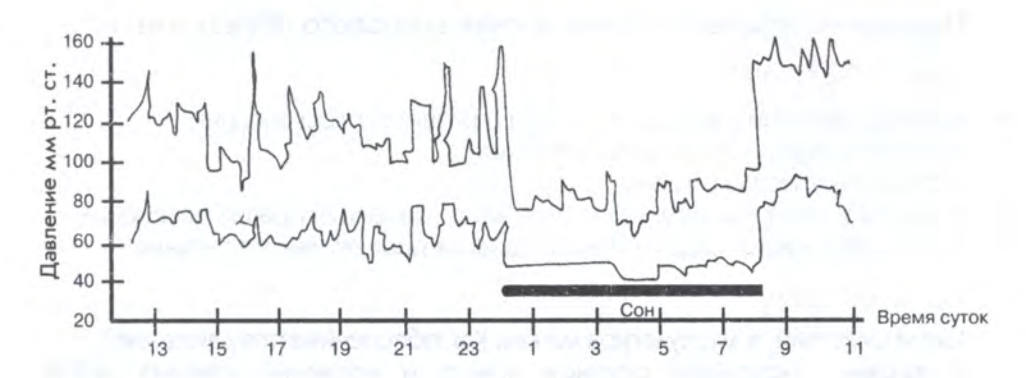
Жизненная задача 2. Что делать?

Ситуация: Нужно ли обращаться к врачу?

Твоя роль: Школьник.

Описание ситуации: Твой одноклассник увлекся изучением работы сердца и кровеносной системы и приобрел тонометр. Каждый час в течение суток он измерял свое артериальное давление. Ты помогал ему в этом эксперименте и измерял артериальное давление друга во сне. Вместе вы построили график изменения значений артериального давления. Оказалось, что артериальное давление постоянно меняется, временами поднимаясь до 160 мм рт ст. Твой друг испугался и собрался идти к врачу.

Результат: Согласен ли ты со своим другом в том, что ему необходимо обратиться к врачу? На графике давления обозначено время сна. Тебе известно, что во время бодрствования твой друг писал контрольную работу, занимался спортом. Попробуй обозначить на графике время этих занятий.



ДВИЖЕНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ

Этот раздел поможет вам понять:

Организм – проточная система, эффективно использующая энергию и вещество из внешней среды для поддержания собственной жизнедеятельности.

Для этого вы должны разобраться в том,

- какова роль опорно-двигательной системы в обеспечении функций передвижения и поддержания функций других систем органов;
- как покровы поддерживают постоянство внутренней среды организма;
- какова роль основных функций организма (питание, дыхание, выделение) в обеспечении нормальной жизнедеятельности.

Как использовать в быту элементарные биологические знания основ медицины, чтобы формулировать правила здорового образа жизни и знать симптомы нарушения нормальной жизнедеятельности (болезней).

Для этого вы должны:

- объяснять некоторые процессы, проходящие в собственном организме;
- понимать, к каким последствиям приводит нарушение важнейших функций организма (нарушение обмена веществ, координации функций);
- называть симптомы некоторых распространенных болезней;
- объяснять, почему физический труд и спорт благотворно влияют на организм;
- понимать, почему вредно курение, употребление алкоголя и наркотиков.

Поведение человека с точки зрения здорового образа жизни.

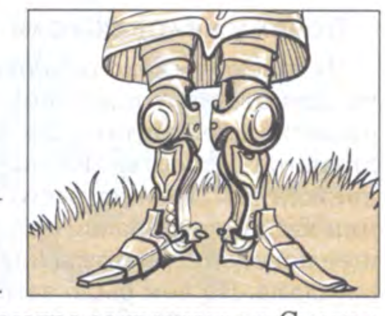
Для этого вы должны уметь:

- выявлять причины нарушения осанки и развития плоскостопия;
- оказывать первую помощь при травмах;
- соблюдать правила гигиены;
- применять свои знания для составления режима дня, правил поведения;
- соблюдать режим труда и отдыха, правила рационального питания.

Проверь себя:

Скелет жесткий, а мускулатура мягкая. Как обеспечивается движение?
С какими системами органов прямо и косвенно связана любая клетка тела человека?
Какие вещества она получает от них?

§ 25. НАДЕЖНЫЙ КАРКАС





Какие типы скелетов вы знаете?
Каковы преимущества внутреннего скелета?
Из каких частей состоит скелет млекопитающих?



Какими особенностями должен обладать скелет двуногого разумного существа?

Движение невозможно без мышц, которые крепятся к костям скелета и способны быстро сокращаться. Скелет поддерживает внутренние органы; он достаточно крепок для того, чтобы защитить их от ударов, но при этом достаточно легок и подвижен для того, чтобы мы могли бегать, прыгать, плавать. Скелет и мышцы формируют **опорно-двигательную систему**, в которой преобладают мышечная и несколько видов соединительной ткани. Слово «скелет» происходит от греческого «скелетос» – «высохший», вероятно, из-за того, что ткани скелета кажутся совсем безжизненными.

Внутренний скелет и его преимущества

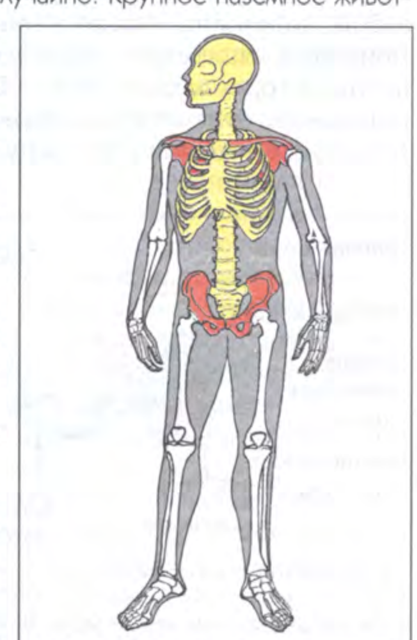


Человек относится к наземным позвоночным с внутренним скелетом – самым крупным животным суши. Это не случайно. Крупное наземное животное без скелета было бы раздавлено собственным весом. Внешний скелет для крупного наземного животного был бы слишком тяжел и ограничивал подвижность. Достаточно привести примеры и жука, и наземной черепахи.

Внешний скелет, давая защиту и опору для мышц, мешает росту. Развитие животных с внешним скелетом состоит из чередования длительных фаз активного питания и кратких фаз быстрого роста. Для маленького и недолго живущего животного опыт предшествующей стадии оказывается мало пригодным для последующей стадии развития. Пример – опыт, приобретенный гусеницей, бесполезен для бабочки. Это не очень важно, так как полученный ею опыт невелик.

Крупные животные, как и человек, обычно живут долго, поэтому индивидуальное обучение у них играет большую роль. Способность длительно и эффективно учиться – главная черта человека как разумного существа.

Внутренний скелет позволяет одновременно, хотя и долго, совершаться процессам роста, активного питания, движения, приобретения опыта. Так, ребенок растет, питается, играет, учится.



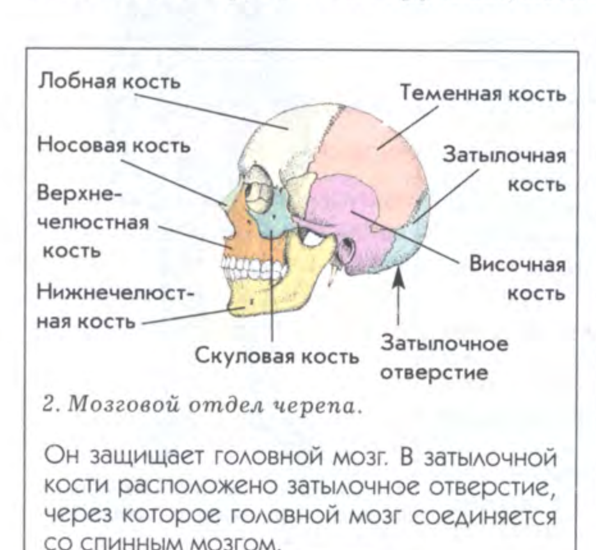
1. Желтым обозначен осевой скелет, красным – пояса конечностей.

Почему человек ходит на двух ногах

Человек – млекопитающее, поэтому его скелет обладает типичными для этой группы свойствами. Но есть одно важное отличие. Большинство млекопитающих передвигается на четырех лапах, а человек – двуногое существо. Какие же преимущества дал такой способ передвижения? Прежде всего он позволял издали увидеть свою добычу или хищника. А развитый мозг давал возможность предсказать будущее поведение жертвы и подстеречь свою добычу там, где она этого не ожидала. Но чем было заменить острые когти и быстрые ноги? В дело вступали освободившиеся руки, которые могли соорудить и использовать орудия труда (в простейшем случае палку), с помощью которых люди могли добывать пищу и защищаться от хищников. Вот почему человек опирается на две ноги, руки его очень подвижны, а череп объемистый, чтобы вместить большой мозг.

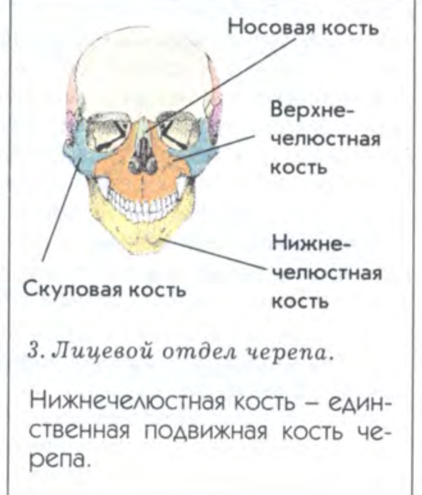
«Разбираем» скелет

Ощупайте свою голову. Кажется, что под пальцами монолитный костный шар. На самом деле человеческий череп состоит из нескольких десятков костей. Он очень легкий и прочный и служит хорошей защитой для расположенного внутри мозга и основных органов чувств – зрения и слуха. Кости черепа прочно и неподвижно соединены между собой, подвижна только нижняя челюсть. Ее движения дают нам возможность тщательно обрабатывать пищу, прежде чем она поступит в пищеварительный тракт. Лицевые кости и кости основания черепа пронизаны отверстиями, через которые нервы выходят из черепа. Мозговой отдел черепа очень крупный, поскольку вмещает большой мозг.



2. Мозговой отдел черепа.

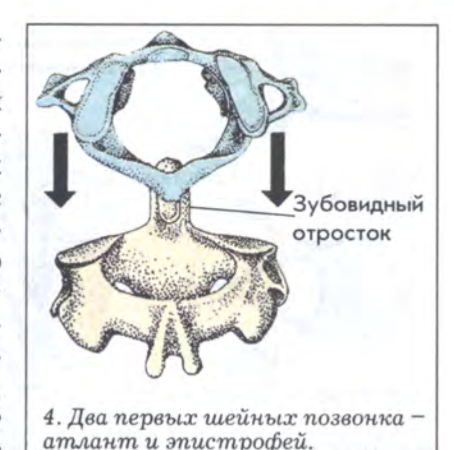
Он защищает головной мозг. В затылочной кости расположено затылочное отверстие, через которое головной мозг соединяется со спинным мозгом.



3. Лицевой отдел черепа.

Нижнечелюстная кость – единственная подвижная кость черепа.

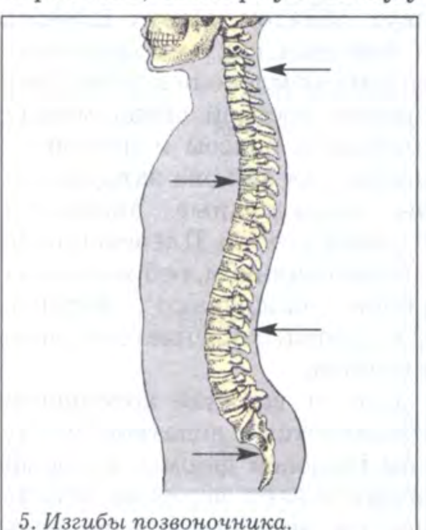
Позвоночник состоит из 33–34 позвонков, расположенных друг над другом; он окружает и защищает спинной мозг. В связи с прямохождением у человека появились два дополнительных изгиба позвоночника. Они помогают, с одной стороны, равномерно распределить нагрузку на позвоночник, которую дает вес головы и туловища, а с другой – пружинят, уменьшая толчки при движении. Большинство движений связаны с *шейным и поясничным отделами*, где нет ребер, – здесь ничего не мешает позвоночнику сгибаться. Головной мозг соединяется со спинным через затылочное отверстие. При этом голова может совершать разнообразные движения – вверх и вниз, вправо и влево.



4. Два первых шейных позвонка – атлант и эпистрофей.

Какие движения головы мы можем совершать благодаря строению этих позвонков?

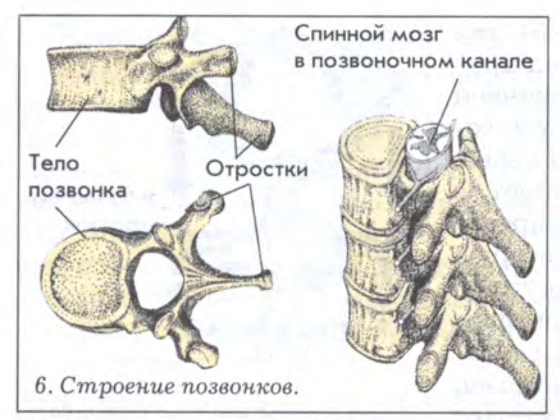
Повороты головы вправо и влево возможны благодаря особому строению двух первых шейных позвонков. Первый позвонок, несущий на себе череп, называется *атлантом* – в честь героя древнегреческих мифов, державшего на своих плечах небесный свод. У атланта нет отростков, но сверху и снизу у него есть суставные поверхности: верхние сочленяются с черепом, нижние со вторым шейным позвонком – *эпистрофеем*. Средняя часть тела атланта отделилась от него и приросла к телу осевого позвонка, образовав торчащий кверху зубовидный отросток. Он входит в особое отверстие в теле атланта. При поворотах головы атлант вместе с черепом вращается вокруг этого «зуба». Такая конструкция обеспечивает большую свободу движений.


5. Изгибы позвоночника.

В позвоночнике человека различают четыре изгиба, а у других млекопитающих только два. Почему?

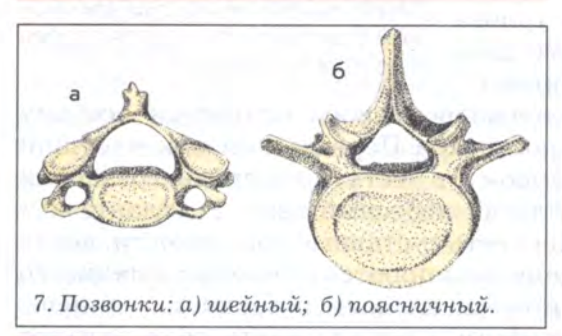
Грудной отдел позвоночника состоит из 12 позвонков.

Двенадцать пар изогнутых ребер образуют грудную клетку, защищающую сердце и легкие. Сзади ребра соединены с позвоночником, а спереди с помощью хрящей прикрепляются к плоской грудной кости – грудине. Две нижние пары ребер оканчиваются свободно. К ребрам и грудине прикреплены ды-



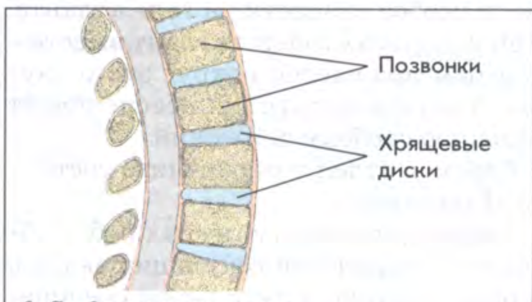
6. Строение позвонков.

Найдите невральную дугу позвонка. Почему она так называется?



7. Позвонки: а) шейный; б) поясничный.

Тонкие и узкие наверху, позвонки с возрастанием нагрузки становятся все массивнее в нижних отделах. Почему?



8. Соединение позвонков.

Между позвонками расположены хрящевые диски. Они придают позвоночному столбу гибкость, упругость, смягчают сотрясения при ходьбе, беге, прыжках.

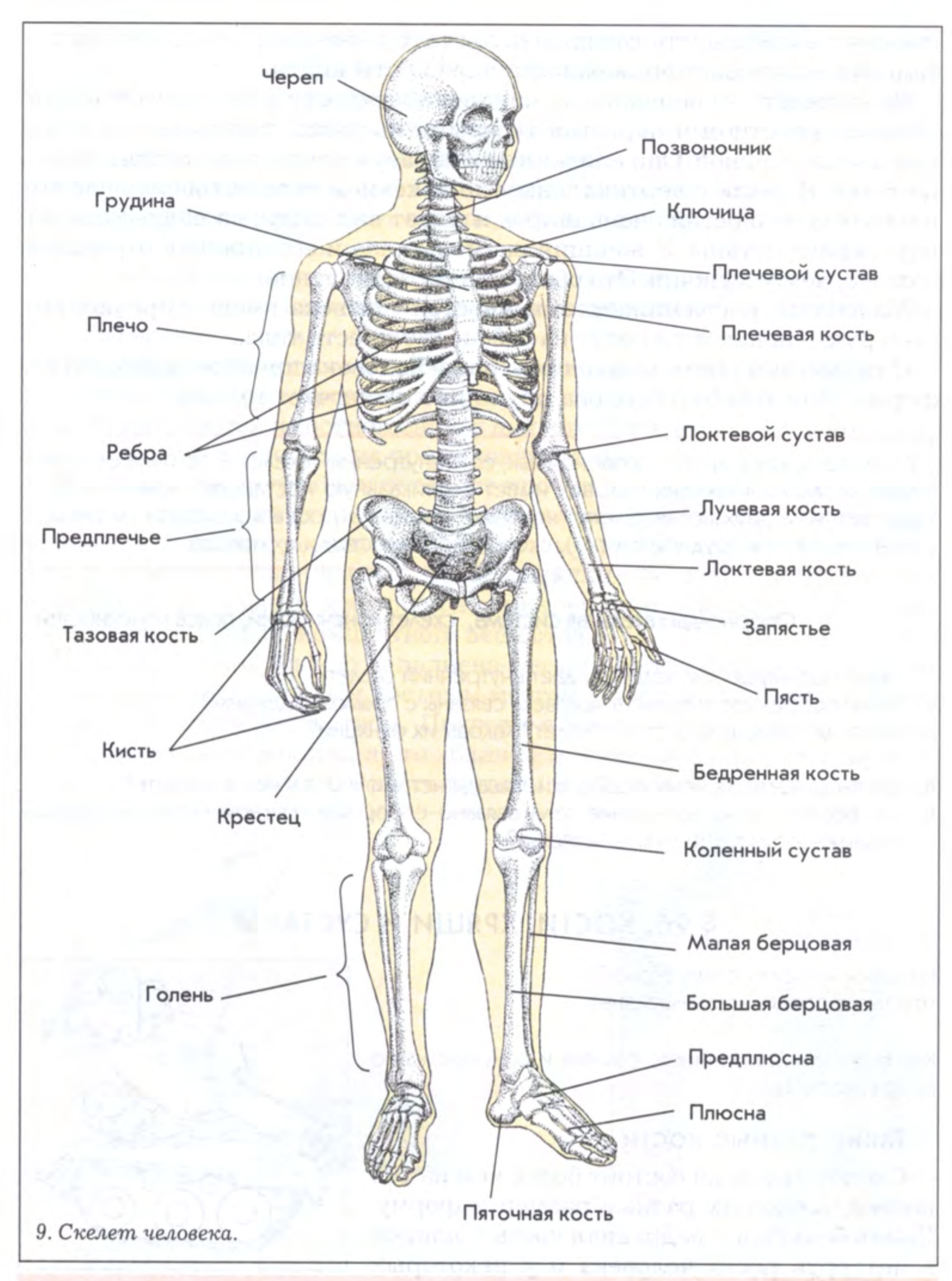
хательные мышцы, обеспечивающие попеременное увеличение и уменьшение объема грудной клетки. У человека в отличие от четвероногих млекопитающих грудная клетка широкая и уплощена в передне-заднем направлении. Это связано с прямохождением.

Пять крестцовых позвонков срослись в одну кость – *крестец*. Он неподвижен, очень прочен и входит в пояс нижних конечностей. При хождении на двух ногах на крестец падает значительная нагрузка.

Последний отдел позвоночника – *копчиковый*. 4–5 маленьких сросшихся позвонков представляют собой рудимент – остаток скелета хвоста.

Пояс верхних конечностей, или плечевой пояс, состоит из двух лопаток и двух ключиц. У человека, как и у большинства других млекопитающих, нет прямой костной связи между плечевым поясом и позвоночником, так как она затруднила бы дыхательные движения грудной клетки. Плечевой пояс с позвоночником, ребрами и черепом связывают мышцы. С грудиной сочленяется только ключица.

Скелет верхней конечности соединяется с лопаткой суставом шаровой формы, который обеспечивает верхним конечностям подвижность во всех направлениях. Обратите внимание на противопоставление большого пальца остальной части кисти (рис. 9). Такое строе-



9. Скелет человека.

Найдите на рисунке все кости, указанные в тексте.

ние дает возможность совершать хватательные движения, что значительно увеличивает возможности для работы кисти.

Вся тяжесть тела падает на нижние конечности и их пояс. Он сформирован крестцом и парными тазовыми костями: лобковой, седалищной и подвздошной. Они сливаются и образуют сплошное костное кольцо – таз. В связи с вертикальным положением тела человека пояс его нижних конечностей очень широк и имеет вид чаши; он поддерживает внутренние органы. У женщин размеры таза и его нижнего отверстия больше, чем у мужчин. Это облегчает деторождение.

Массивные кости нижних конечностей человека толще и прочнее костей рук, так как ноги несут на себе всю тяжесть тела.

С развитием прямохождения стопа у человека приобрела сводчатую форму. При ходьбе и беге она пружинит и смягчает толчки.

У человека, как и других позвоночных, есть внутренний скелет. В отличие от всех прочих млекопитающих человек имеет вертикальную постановку тела и передвигается на двух ногах. Скелет человека состоит из осевого скелета (черепа, позвоночника и грудной клетки), скелета конечностей и их поясов.

Опорно-двигательная система, скелет конечностей, пояса конечностей



1. Какие преимущества человеку дает внутренний скелет?
2. Какие особенности скелета человека связаны с прямохождением?
3. Из каких элементов состоит скелет? Каковы их функции?



4. Как вы думаете, почему у собаки и лошади нет ключиц, а у человека есть?
5. Как вертикальное положение тела связано с формой грудной клетки и высокой подвижностью кисти руки в запястье?

§ 26. КОСТИ, ХРЯЩИ И СУСТАВЫ



Из каких частей состоит скелет?
Что такое соединительная ткань?



Как обеспечить прочность скелета и одновременно подвижность тела?



Такие разные кости

Скелет человека состоит более чем из 200 костей, имеющих разные размер и форму. Самая большая – бедренная кость – длиной в четверть роста человека и у некоторых людей достигает 47 см. А самая маленькая кость находится в ухе – это стремечко. Ее длина всего лишь 0,5 см.

Наружные слои костей состоят из компактного (плотного) «камнеподобного» вещества. Но оно не сплошное, а напоминает по строению железобетон. Вещество кости образуют прочные волокона белка коллагена, способные противодействовать сгибанию и растяжению, и твердые кристаллики минеральных солей, устойчивые к сжатию и придающие кости твердость. Несмотря на то что кости по физическим свойствам не уступают камню, это живая, непрерывно обновляемая и растущая ткань.

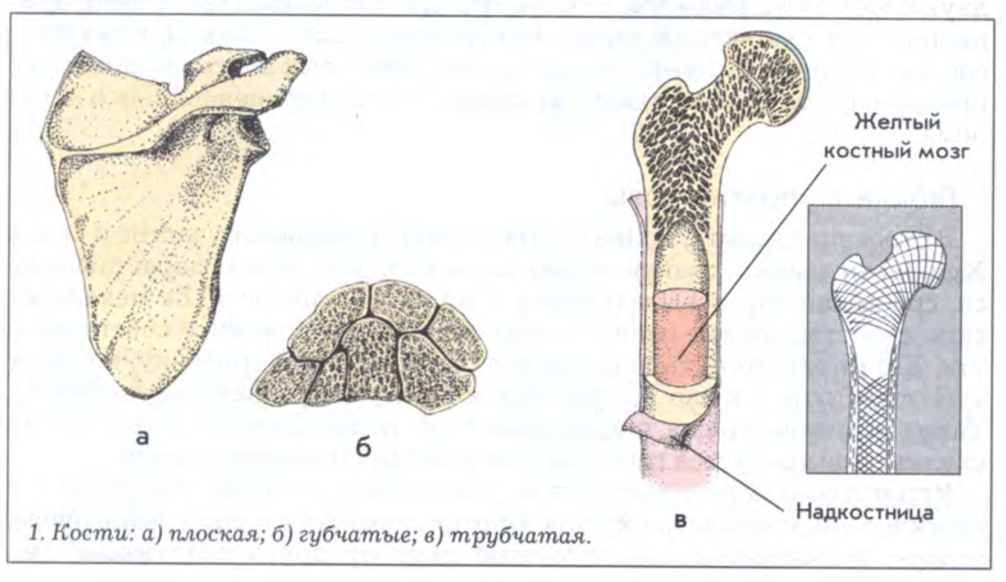
Во внутренних частях кости преобладает губчатое вещество. Оно образует решетчатую систему перекладин, напоминающих конструкцию металлического моста.

Сочетание компактного и губчатого веществ делает кости при их небольшой массе очень прочными.

По форме костей и соотношению в них компактного и губчатого вещества их можно разделить на три основных типа.

Известно, что трубка почти так же прочна, как равный ей по длине и диаметру сплошной стержень из того же материала, но существенно легче его. Лишним доказательством этому может служить строение длинных костей конечностей, испытывающих большие нагрузки. Их цилиндрическая часть, к которой не прикрепляются мышцы, представляет собой трубку из компактного вещества.

Полость трубки обычно заполнена легкой, богатой жиром соединительной тканью – желтым костным мозгом. Головки этих костей образованы губчатым веществом. Полости губчатого вещества заполены красным костным мозгом, а его «балки» и «перекладины» вытянуты в направлениях, по которым кость испытывает воздействия сил тяжести



1. Кости: а) плоская; б) губчатые; в) трубчатая.

и растяжения под действием прикрепленных к ней мышц. В центре такая кость обладает большей твердостью и меньшей гибкостью, чем на концах. Такие кости называют **трубчатыми**. Это плечевые, бедренные кости, кости предплечья и голени.

Губчатые кости в основном состоят из губчатого вещества. Тонкий слой компактного вещества расположен лишь на их поверхности. Такие кости находятся в местах, где большая нагрузка сочетается с подвижностью. Это позвонки, кости запястья, мелкие кости стопы.

Плоские кости обрамляют полости и выполняют главным образом защитную функцию. Они образованы двумя параллельными пластинками компактного вещества, между которыми располагается небольшое количество губчатого вещества. Это кости крыши черепа, лопатки.



Однажды сформировавшись, кости не могут оставаться неизменными. Они должны увеличиваться в размерах с ростом ребенка, а когда человек перестает расти, необходимо приспосабливаться к меняющимся нагрузкам, для чего старая костная ткань должна заменяться новой. Но для создания новой костной ткани нужно разрушить старое прочное межклеточное вещество. Эту работу выполняют клетки кости. Клетки одного типа разрушают старое костное вещество, а другие – строят новое. Так старая костная ткань заменяется на новую. Работы по моделированию, перестройке и обновлению межклеточного вещества непрерывно идут даже в самой плотной кости.

Надкостница

Поверхность костей покрыта тонким, но плотным слоем соединительной ткани, сросшейся с костью, – **надкостницей**. Она состоит из двух слоев. Внешний слой – более грубый и волокнистый. К нему прикрепляются сухожилия мышц. Внутренний слой – тонкий, нежный – состоит из живых клеток, за счет деления которых кость утолщается в процессе роста человека, восстанавливается при повреждениях и переломах.

Гибкий и упругий хрящ

В строении скелета, кроме костной ткани, принимает участие и хрящ. Хрящевая ткань – сравнительно мягкая, гибкая, легко разрастающаяся, способная образовывать очень гладкие поверхности. Ее механические свойства можно оценить довольно просто – согните собственное ухо. Его можно согнуть пополам и даже свернуть в трубочку, но стоит ухо отпустить – и оно выправится и примет первоначальную форму. Такие свойства хряща предполагает его использование в тех частях скелета, где требуется гибкость или упругое смягчение ударов.

Упругость обеспечивает белок – коллаген, который содержится в межклеточном веществе хряща. Клетки, поначалу тесно упакованные, вскоре оказываются изолированы друг от друга созданным ими

межклеточным веществом. Но поскольку стенки камер, в которых заключены клетки, растяжимы, они продолжают делиться и создавать межклеточное вещество. Таким образом в отличие от костей хрящ может расти изнутри.

«Веревки» и «канаты»

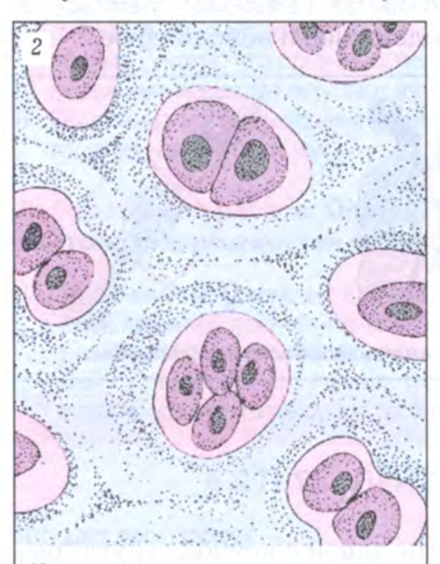
Связки и **сухожилия** «связывают» кости друг с другом и прикрепляют к ним мышцы. Основу их соединительной ткани также составляют волокна белка коллагена, но здесь они организованы в толстые пучки.

Составляющие сухожилия волокна коллагена на одном конце уходят в мышцу и тесно переплетаются с ее волокнами, а на другом – вплетены в специальный слой соединительной ткани кости – надкостницу.

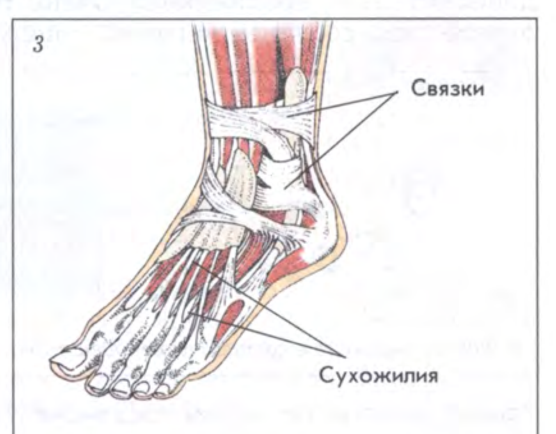
В отличие от быстро заживающей кости поврежденные связки и сухожилия восстанавливаются плохо.

«Соединяем» кости

Подвижные соединения костей, придающие гибкость и подвижность телу человека, называют **суставами**.



Клетки хряща располагаются в небольших полостях, разбросанных в большом количестве ими же созданного межклеточного вещества.

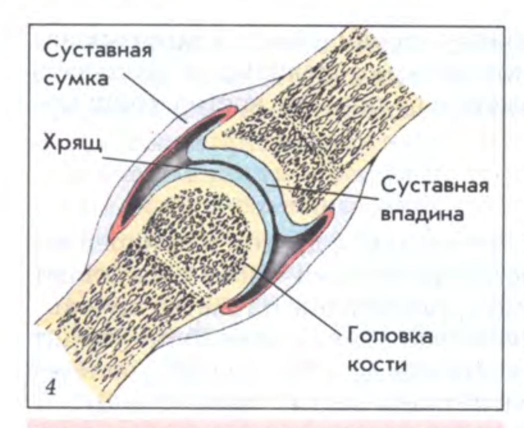


Связки – это ленты или пластины соединительной ткани, различные по упругости и прочности, укрепляющие места соединений костей скелета.

Сухожилия – часть скелетных мышц, при помощи которых они прикрепляются к костям, мышечным перегородкам, коже. Они почти нерастяжимы и прочны на разрыв.

Сравните механические свойства хряща и кости.

Для чего необходимы связки и сухожилия?



Каковы механические свойства тканей, из которых построены суставы?

Суставы достаточно разнообразны, но в их строении есть и общие черты. На одной из костей сустава обычно имеется углубление – **суставная впадина**, в которую входит соответствующая ей по форме головка другой кости. Головка и впадина костей плотно прижаты друг к другу, а их поверхности покрыты очень гладким хрящом. Он снижает трение костей друг о друга, повышает упругость и сопротивление износу. Сустав покрыт **суставной сумкой** из соединительной ткани. Клетки, выстилающие изнутри суставную сумку, выделяют жидкость. Она заполняет узкую щель между суставными поверхностями, облегчает их скольжение и служит питательной средой для суставного хряща. Кости, образующие суставы, дополнительно соединяются очень прочными связками. Бывают и другие типы соединения костей – полуподвижное и неподвидное.



5. Типы соединения костей: а) неподвижное; б) полуподвижное; в) подвижное.

Каковы свойства типов этих соединений?

Развитие скелета

Как обеспечить быстрый рост и развитие такой сложной структуры, как скелет? Рост костей начинается во время развития зародыша в организме матери. Сначала из хряща формируются их миниатюрные «модели». Некоторое время они увеличиваются благодаря росту и образованию новой хрящевой ткани. Затем более старый хрящ начинает замещаться костью. У новорожденных многие кости еще частично хрящевые. По мере роста ребенка идет процесс окостенения. Он длится много лет: окостенение мелких косточек кисти и стопы заканчивается только к 21 году, а формирование всего скелета завершается

в 20–25 лет. Единственное, что остается от хряща во многих костях взрослого человека, – это тонкий слой, образующий гладкое покрытие в области суставов, где одна кость сочленяется с другой.

Кроме костей в состав скелета входят хрящи, связки и сухожилия. Кость – прочная и твердая, хрящ – упругий и гибкий. Подвижность скелета обеспечивают суставы. Скелет формируется у зародыша из хрящевых «моделей» костей. Хрящ по мере роста замещается костью.

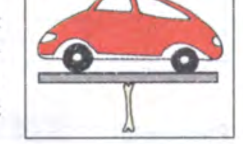
Кость, надкостница, хрящ, связки, сухожилия, суставы



1. Что обеспечивает кости твердость и прочность?
2. Что обеспечивает эластичность хряща?
3. Как мышцы прикрепляются к костям?
4. Что обеспечивает подвижность скелета?
5. Как растет скелет вслед за человеком?



6. Двигая рукой, попробуйте определить, сколько суставов обеспечивают ее движение и чем эти суставы отличаются друг от друга.
7. В результате обжига кость становится хрупкой. Если кость погрузить в соляную кислоту, она теряет твердость. Объясните почему. (Учтите, что органические вещества горят, а многие минеральные вещества вступают в реакцию с соляной кислотой.)
8. Бедренная кость выдерживает массу автомобиля. Отчего же тогда случаются переломы?



Лабораторная работа: Определение при внешнем осмотре местоположения костей скелета

Используя изображение скелета, нащупайте свои локтевую и лучевую кости, ключицу, грудину, посчитайте количество ребер. Определите степень подвижности различных суставов. Какие движения позволяет совершать локтевой сустав, запястный сустав большого пальца, плечевой сустав? Как вы думаете, как должны быть устроены эти суставы для того, чтобы выполнять такие движения?

§ 27–28. ПРИВОДЯЩИЕ В ДВИЖЕНИЕ



Что дает телу опору?
Какая ткань обеспечивает движения в организме?
Как мышцы крепятся к скелету?



Мышцы могут только сокращаться.
Как организовать при этом разнообразие сложных движений?



Более 600 мышц покрывают скелет человека. Не только во время движения, но и тогда, когда мы просто сидим на стуле, многие мышцы сокращаются или находятся длительное время в напряженном состоянии.

Не все мышцы помогают нам двигаться. Некоторые из них выполняют работу, о которой мы вспоминаем только тогда, когда деятельность этих мышц нарушается по какой-либо причине. Это мышцы внутренних органов. Они заставляют биться сердце, продвигают пищу по кишечнику, наполняют воздухом наши легкие. Но чтобы человек мог бегать и прыгать, совершать одновременно сильные и точные движения, нужны мышечные сокращения иного рода, нежели для продвижения пищи по кишечному тракту.

У каждого типа мышц своя работа

У человека, как и у всех млекопитающих, выделяют три главных типа мышц. Два из них – **скелетные и сердечная мышца** – поперечно-полосатые, а третий тип – **гладкие мышцы**. Их свойства представлены в таблице 3.

Таблица 3

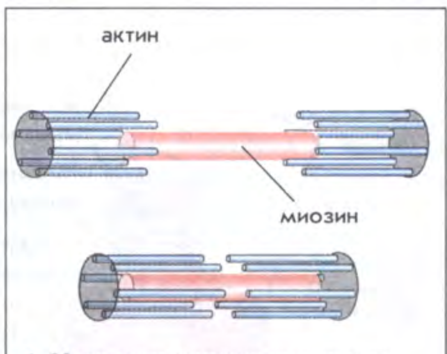
Особенности строения и работы разных типов мышц

	Поперечно-полосатые		Гладкие
	Скелетные	Сердечная	
Разновидности мышечной ткани			
Местоположение	Прикреплены к костям	Стенка сердца	Стенки внутренних органов
Форма волокна	Вытянутая цилиндрическая		Вытянутая веретеновидная
Число ядер в волокне	Очень много (образовались путем слияния клеток)	Одно-два	Одно
Поперечная полосатость	Имеется		Отсутствует
Скорость сокращения	Большая	Промежуточная	Малая
Способность оставаться в напряжении	Малая	Промежуточная	Большая
Регуляция сокращения	Произвольная	Непроизвольная	

Механизм сокращения мышц



Мышечными называют клетки, функция которых состоит в сокращении. Все животные клетки способны до некоторой степени изменять свою форму. Такую возможность им обеспечивает специальный сократительный аппарат. Но в мышечных клетках он особенно развит. Главную роль в нем играют сократимые волоконца – миофибриллы, поделенные на небольшие участки, способные укорачиваться. В середине каждого такого участка в определенном порядке расположены толстые нити белка миозина. Концы миозиновых нитей перекрываются с концами тонких нитей белка актина, расположенными по краям участка. Места перекрытия под микроскопом выглядят как поперечные темные полоски. Они и придают клеткам поперечнополосатых мышц исчерченность. Сокращение мышцы – результат скольжения нитей актина и миозина друг относительно друга: актиновые вдвигаются в промежутки между миозиновыми. Это приводит к уменьшению длины отдельных участков каждой миофибриллы, а следовательно, и их самих – мышца сокращается. На сокращение затрачивается энергия АТФ, то есть мышцы преобразуют химическую энергию в механическую работу и теплоту.



1. Механизм сокращения мышц.

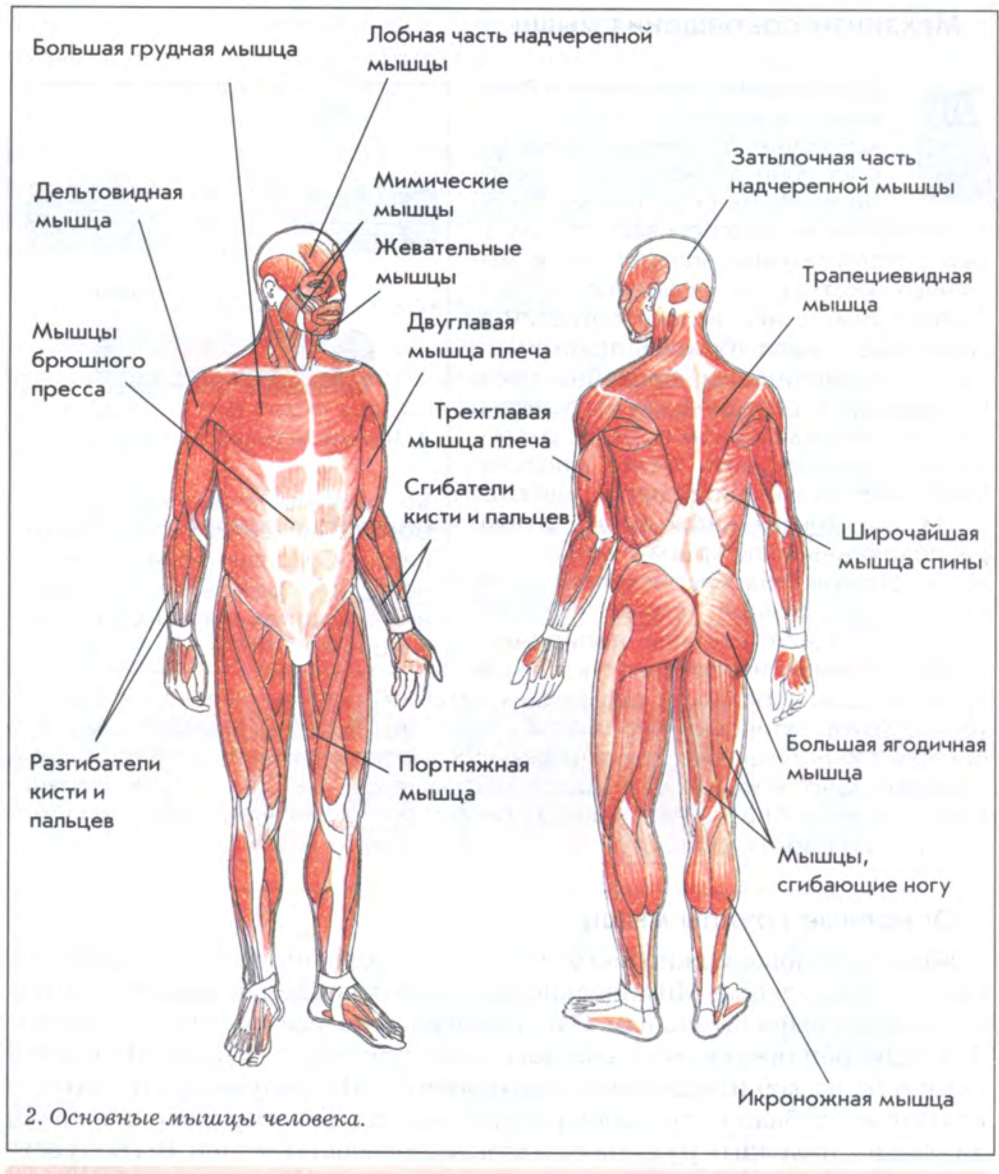
Во всех мышечных клетках работает механизм скользящих нитей. Сокращение мышц происходит в результате скольжения актиновых нитей вдоль миозиновых.

Основные группы мышц

Мышцы головы можно разделить на две большие группы – мимические и жевательные. Мимические мышцы головы делают наше лицо подвижным и выразительным. С их помощью человек передает свои эмоции. Прикрепляются они к костям и коже или только к коже. Положите руку себе на лоб и поднимите брови кверху. Вы почувствуете, как сокращается лобная часть надчерепной мышцы. Теперь, совершая то же движение, положите руку на затылок над основанием шеи. Вы почувствуете сокращение другой части той же мышцы. Жевательные мышцы прикрепляются одним концом к костям неподвижной части черепа, а другим – к подвижной нижней челюсти.

Попробуйте отыскать другие мышцы головы и лица и определить, в каком движении они принимают участие.

Какие мышцы управляют движениями руки? Сгибатели и разгибатели кисти и пальцев управляют кистью и пальцами рук, двуглавая и



2. Основные мышцы человека.

Найдите на рисунке все мышцы, указанные в тексте.
Подумайте, какие мышцы работают, когда человек поднимает с полу спичку.

трехглавая мышцы плеча соответственно сгибают и разгибают руку в локтевом суставе. Дельтовидная мышца отводит руку в сторону до горизонтального положения. Большая грудная мышца осуществляет движение рук из положения «в стороны» в положение «вперед».

Мышцы брюшного пресса участвуют в дыхании, наклонах туловища в стороны и вперед. Межреберные мышцы осуществляют вдох и выдох. Трапециевидная мышца поддерживает вертикальное положение нашего тела, обеспечивает правильную осанку. Широчайшая мышца спины опускает плечо вниз и отводит руки за спину.

Ягодичные мышцы отводят бедро назад. Вместе с глубокими мышцами спины ягодичные мышцы наиболее развиты у человека в связи с прямохождением. Четырехглавая мышца бедра сгибает ногу в тазобедренном и разгибает ее в коленном суставе. На задней поверхности бедра расположены три мышцы, сгибающие ногу в колене. На задней поверхности голени находятся икроножные мышцы. Они поддерживают тело в вертикальном положении, участвуют в беге, ходьбе, прыжках.

Устройство и сила скелетной мышцы

В скелетной мышце клетки собраны во множество массивных пучков, одетых оболочкой из рыхлой соединительной ткани. К каждому пучку подходят нервные окончания и сосуды. Пучки формируют так называемое брюшко – расширенную, активно сокращающуюся часть скелетной мышцы. К концам мышечных волокон крепится сухожилие, связывающее мышцу с костью. Вся мышца снаружи покрыта плотной соединительнотканной оболочкой, снижающей ее трение об окружающие ткани.

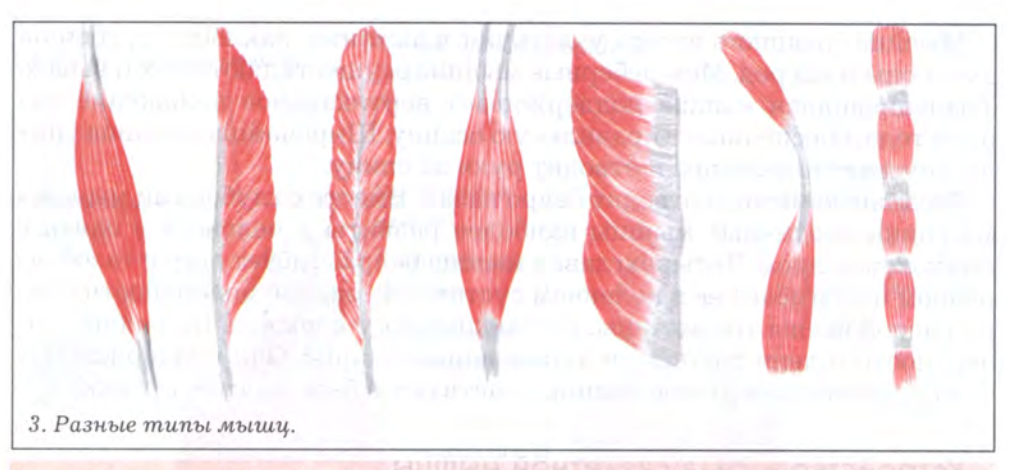
Сила, развиваемая мышцей или пучком мышечных волокон, прежде всего является суммой сил отдельных волокон. Чем толще мышца и больше ее поперечное сечение (сумма поперечных сечений отдельных волокон), тем она сильнее.



Сила зависит и от направления волокон (клеток) в мышце. В самом простом случае организации мышцы оси всех клеток располагаются параллельно, так что все они создают тягу в одном и том же направлении. Длинные прямые мышцы располагаются преимущественно в конечностях и способствуют движениям с большим размахом. От других мышц, например от широчайшей мышцы спины, требуется только создание натяжения. Волокна этих мышц располагаются под углом к направлению тяги, так что их сокращение вызывает лишь незначительное укорочение мышцы, но создает значительное усилие. Кольцевые мышцы, называемые сфинктерами, разделяют различные сегменты трубчатого органа или контролируют вход и выход из него. Примером может служить анальный сфинктер или сфинктер мочевых путей.

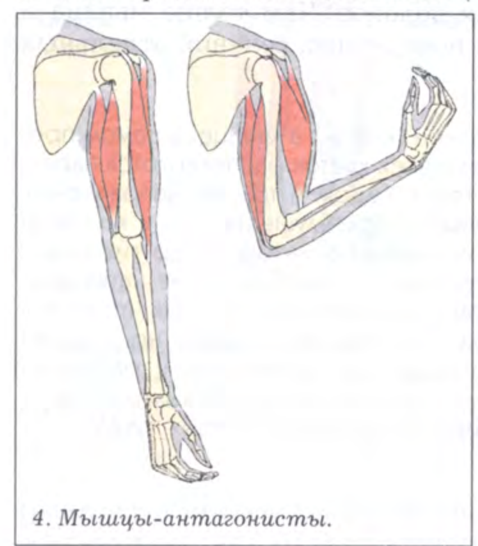
Единство противоположностей

Некоторые мышцы человека прикреплены к кости только одним концом, например, мимические мышцы одним концом прикреплены к костям черепа, а другим – к коже лица, но большинство скелетных


3. Разные типы мышц.

Какая из этих мышц развивает большую силу, а какая обеспечивает значительный размах?

мышц связывают друг с другом кости, соединенные одним или несколькими суставами. Один конец мышцы крепится выше сустава, а другой – ниже, и ее сокращение заставляет двигаться одну из этих двух костей. Мышцы могут только тянуть кость (толкать они не могут) и двигают ее только в одном направлении. Для совершения возвратного движения нужна другая мышца. Поэтому каждой мышце, совершающей определенное движение (например, сгибание руки), соответствует другая мышца, при сокращении которой происходит противоположное движение (разгибание руки). Такие мышцы называются **антагонистами**. Согласованная деятельность мышц-антагонистов возможна благодаря чередованию процессов возбуждения и торможения в соответствующих центрах спинного мозга.


4. Мышцы-антагонисты.

Найдите на рисунке мышечной системы человека мышцы-антагонисты.

Рассмотрим работу мышц руки. При ее сгибании двуглавая мышца получает команду и сокращается. В то же время двигательные нейроны трехглавой мышцы руки тормозятся, и она расслабляется. При разгибании руки все происходит наоборот. Мышцы – сгибатели и разгибатели сустава могут одновременно находиться в расслабленном

или напряженном состоянии. Так, мышцы свободно висящей вдоль тела руки находятся в состоянии расслабления. При удержании, например, гири или гантели в горизонтально вытянутой руке наблюдается одновременное сокращение мышц – сгибателей и разгибателей сустава. Согласованная работа мышц-антагонистов имеет решающее значение для поддержания желаемого положения тела или позы вопреки действию силы тяжести.

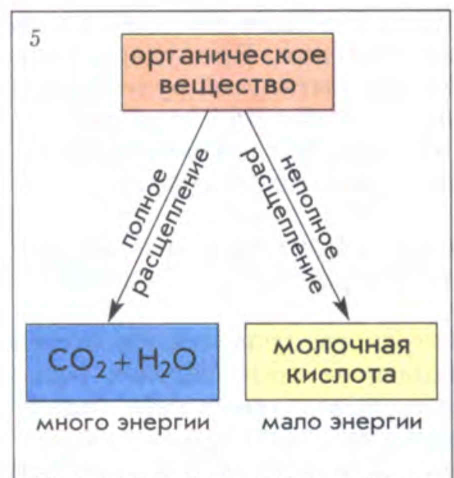
Как правило, в каждом движении участвует не одна, а несколько мышц, усилие которых направлено в одну и ту же сторону. Такие мышцы называются **синергистами**.

Работа мышц по перемещению в пространстве тела или его частей называется *динамической*. Но, поднявшись на ноги, человек резко сократил плоскость опоры тела и серьезно усложнил себе задачу сохранения равновесия. И у мышц прибавилось *статической* работы – напряжения для сохранения равновесия. Для этого необходимо все время поддерживать подвижные части тела в определенном положении. Например, чтобы голова не заваливалась, как она падает у задремавшего человека, ее удерживают постоянным напряжением несколько мышц. Вот почему такая с виду пассивная деятельность, как стояние по стойке «смирно», бывает утомительна.

Утомление

Любое мышечное сокращение связано с расходом энергии. Источниками этой энергии служат распад и окисление органических веществ. Мышцы нуждаются в постоянном их притоке, поэтому очень хорошо снабжаются кровью. В соединительной ткани, покрывающей пучки мышечных волокон, ветвится множество артерий. Каждое мышечное волокно (мышечная клетка) густо оплетено капиллярами. Но когда мышца находится в покое, большинство сосудов закрыто, а стоит мышце начать сокращаться, как многие из них открываются. Чем интенсивнее работа мышцы, тем больше сосудов открыто и тем лучше мышца снабжается кровью. Интенсивность обмена веществ в работающей мышце возрастает в 100–1000 раз.

В результате «добычи» энергии в мышце образуются продукты расщепления: углекислый газ и вода, которые уносятся кровью. Активно работающая мышца тратит так много энергии, что кровеносная система не успевает снабдить ее достаточным количеством кислорода. В условиях «кислородного голода» полного расщепления органических веществ не происходит, начинает накапливаться молочная кислота, обладающая токсичным действием. В результате снижаются сила и скорость, точность и согласованность работы мышц, ритмичность их движений, мышцы начинают болеть. Такое временное снижение работоспособности называется **утомлением** мышц, а молочную кислоту даже называют «веществом утомления».



При недостатке кислорода органические вещества расщепляются не полностью, выделяя небольшое количество энергии. При этом накапливается молочная кислота.

С аналогичным явлением мы сталкиваемся как при длительной напряженной нагрузке у нетренированного человека, так и в том случае, когда возникает резкое напряжение мышц, например, когда мы в панике убегаем от опасности. В этой ситуации кровеносная система не успевает обеспечить подачу кислорода к мышцам, а молочная кислота не успевает разлагаться. Когда, наконец, нервная и эндокринная системы активизируют работу органов кровообращения и кислород начнет поступать в достаточных количествах, у человека появляется ощущение «второго дыхания».

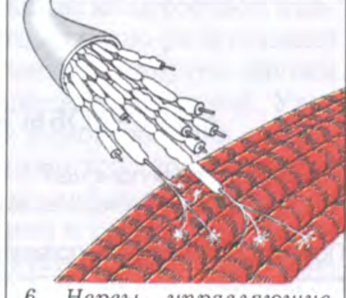
Утомление мышц и влияние на их работоспособность ритма сокращений и величины нагрузки изучал русский физиолог И.М. Сеченов. Оказалось, что при выполнении ритмических физических упражнений утомление наступает позднее, так как в промежутках между сокращениями работоспособность мышц частично восстанавливается, но чем выше частота сокращений, тем скорее развивается утомление. Работоспособность мышц зависит и от величины нагрузки: чем больше нагрузка, тем скорее развивается утомление, поэтому при выполнении физической работы очень важно подобрать средние величины ритма и нагрузки. При этом производительность будет высокой, а утомление наступит позже.

Распространено мнение, что лучший способ восстановления работоспособности – это полный покой. И.М. Сеченов доказал ошибочность такого представления. Он сравнивал, как восстанавливается работоспособность в условиях полного пассивного отдыха и при смене одного вида деятельности другим, то есть в условиях **активного отдыха**. Оказалось, что утомление проходит скорее и работоспособность восстанавливается раньше при активном отдыхе, основанном на переключении с одного вида деятельности на другой, так как утомление одной группы мышц снимается быстрее, если начинает работать другая.

Скелетные мышцы работают в «приказном порядке»

Независимо от причины мышечные волокна скелетной мышцы активируются только по приказу двигательного нерва, поэтому принято говорить о двигательном аксоне и двигательном нейроне – нейроне спин-

ного мозга, которому этот аксон принадлежит. Любая отдельная мышечная клетка (волокно) контролируется только одним двигательным нейроном, но один двигательный нейрон может контролировать много мышечных волокон с помощью разветвлений своего аксона. Число волокон, управляемых одним двигательным нейроном, зависит от того, насколько тонкими должны быть движения органа. Двигательные нейроны, контролирующие крупные мышцы, такие как бицепсы или мышцы голени, управляют работой многих мышечных волокон. Например, в мышцах бедра на один нейрон может приходиться от 500 до 1000 волокон, а в глазодвигательных мышцах, где точность движений очень существенна, на каждый двигательный нейрон приходятся единицы мышечных волокон. Поскольку сила и скорость работы мышцы зависят от количества работающих мышечных волокон, то чем меньшим количеством волокон управляет каждый нейрон, тем тоньше регулировка силы сокращения и точнее движение.


6. Нервы, управляющие мышцами.

Найдите на рисунке двигательную единицу.

Нервы, идущие к мышцам, – смешанные. Они содержат не только двигательные волокна, передающие мышцам команду о движении, но и чувствительные, которые несут центральной нервной системе информацию о том, что происходит в опорно-двигательном аппарате. В мышцах, сухожилиях и суставах содержится множество рецепторов, которые посылают в мозг сведения об относительном расположении и напряжении различных мышц тела, поэтому мы координируем свои движения, избегая одновременного натяжения мышц-антагонистов и растяжения суставов.

Мышцы приводят тело в движение. Функция мышц – сокращение. Прямые и обратные движения осуществляют мышцы-антагонисты. Мышцы-синергисты помогают друг другу совершать общие движения. Поперечно-полосатые мышцы приводят в движение скелет. Гладкие мышцы вызывают сокращение внутренних органов. Сердечная мышца отличается и от тех и от других. Снижение силы, скорости, точности работы мышцы в результате длительной работы называется утомлением.

Поперечно-полосатые мышцы, гладкие мышцы, антагонисты, синергисты, утомление



1. В чем отличия и сходство поперечно-полосатых и гладких мышц?
2. От чего зависит сила мышцы?
3. Для чего нужны мышцы-антагонисты?
4. Что такое утомление мышц?
5. Как происходит мышечное сокращение?



6. Почему последствия утомления мышц гораздо быстрее проходят при активном отдыхе? Каковы механизмы этого явления?
7. Чем отличается бег от ходьбы?

§ 29. ЧТОБЫ НЕ ОКАЗАТЬСЯ БЕСПОМОЩНЫМ



Что такое первая помощь?
Что такое кость, сустав, связки?

!! Почему физические упражнения укрепляют не только опорно-двигательную систему, но и сердечно-сосудистую, дыхательную и другие?

Здоровье в порядке – спасибо зарядке

Мысль о том, что физические нагрузки полезны для здоровья, ни для кого не нова. Отчего же наши улицы не полны людьми, совершающими утреннюю пробежку, и немногие стремятся сменить автомобиль на велосипед? Попробуем разобраться в том, чем же так полезны физические нагрузки.

Для того чтобы любой орган работал эффективно и без сбоев, в первую очередь ему все время нужна нагрузка. Как только она на длительное время снижается, в работе органа возникают сбои, его функции нарушаются, возникают различные заболевания. Известно, например, что у лежачих больных легкие работают не с полной нагрузкой и, если больной не делает специальных упражнений, активизирующих функции легких, к основному заболеванию добавляется еще и воспаление легких.



Такие упражнения помогают лежачим больным поддерживать нормальную работу легких.

Единственный способ поддержания практически всех органов нашего тела в состоянии активной работы – движение. Наш организм создан для движения. Регулярные мышечные нагрузки прежде

всего увеличивают объем и силу мышц: количество мышечных волокон не меняется, но они утолщаются, а с ними и вся мышца в целом. Постоянные сокращения мышц полезны для костной ткани. Она укрепляется, становится плотнее, разрастаются гребни, к которым прикрепляются мышцы. Сопротивляясь нагрузкам, укрепляются сухожилия и связки. Поскольку ткани скелета становятся прочнее, а мышцы активнее контролируют положение костей относительно друг друга, вероятность переломов и других повреждений у тренированного человека значительно снижается.

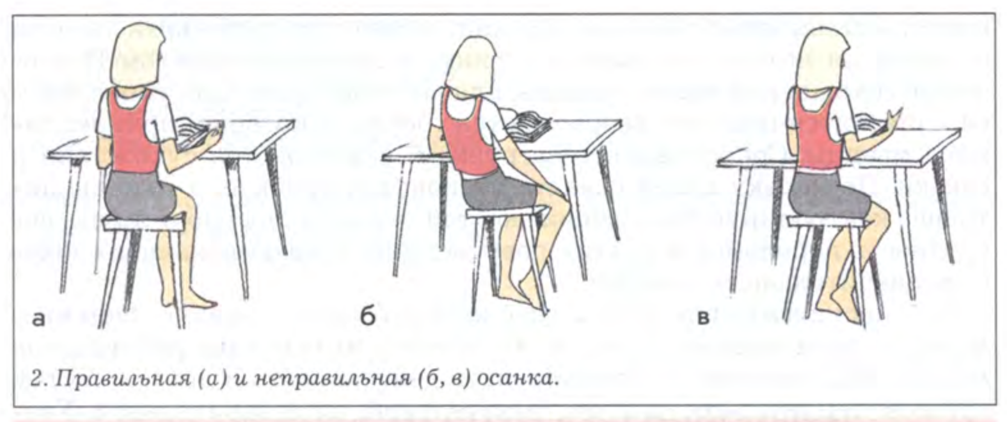
Работающая мышца должна снабжаться большим количеством кислорода и питательных веществ. Это значит, что активно работающие мышцы «заставляют» активизировать деятельность и других систем органов: сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной. Увеличивается число эритроцитов и содержание гемоглобина в крови, развиваются дыхательные мышцы, увеличивается подвижность грудной клетки. Дыхание становится редким и глубоким. Вырастает скорость обмена веществ, возрастают требования к работе руководящих систем – эндокринной и нервной. Повышается общий тонус организма, настроение.

Важно только помнить, что главное во всем – чувство меры. Чрезмерные тренировки могут сильно повредить организму, что вполне понятно: тренировка – это адаптация организма к возрастающим нагрузкам. Слабое тело не может стать сильным в течение нескольких дней. Главный принцип тренировки – постепенное и многократное, то есть систематическое повторение физических упражнений, без длительных перерывов, не реже двух раз в неделю.

Спина прямая, плечи развернуты...

Скелет и мышцы растут и развиваются в детском и юношеском возрасте, причем наиболее интенсивно между 14 и 17 годами. В это время очень важно сформировать правильную **осанку** – привычное положение тела при стоянии и ходьбе. Осанка зависит от формы позвоночного столба, положения головы, плечевого пояса и грудной клетки. Естественные изгибы позвоночника возникают за счет роста межпозвоночных дисков. Неправильное положение костей может повлечь за собой смещение и сдавливание внутренних органов, нарушение их кровоснабжения.

Привычка горбиться, неправильно сидеть за столом может привести к неравномерной нагрузке на отдельные позвонки, деформации и смещению межпозвоночных дисков. Нерв, выходящий из спинного мозга, может быть защемлен позвонками. Это не только очень болезненное состояние, но и выглядит человек при этом некрасиво. Недаром воспитатели особ королевской крови всегда очень много времени уделяли развитию правильной осанки своих подопечных.



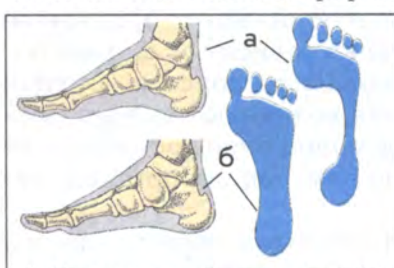
2. Правильная (а) и неправильная (б, в) осанка.

Какие группы мышц нужно тренировать, чтобы спина была прямой, а плечи развернутыми?

Правильное положение тела зависит от тренировки мышц. Чтобы избежать нарушения осанки, нужно равномерно упражнять и гармонически развивать все мышечные группы своего организма. Очень полезно выполнять ежедневно комплекс упражнений утренней гимнастики. Важно так подобрать мебель, чтобы обеспечить правильную осанку во время занятий. При переносе тяжестей нужно равномерно нагружать обе руки.

Легкая походка

Как ни красиво выглядит женщина на высоких каблуках, все время их носить нельзя. Высокие каблуки, так же как неправильно подобранная, слишком тесная обувь, приводят к **плоскостопию** – болезненным изменениям формы стопы, при которых уплощаются ее своды. При плоскостопии видоизменяются мышечный и связочный аппараты стопы, нарушается вся упругая конструкция скелета. Это приводит к болям не только в самой стопе, но и в голени, бедре, пояснице.



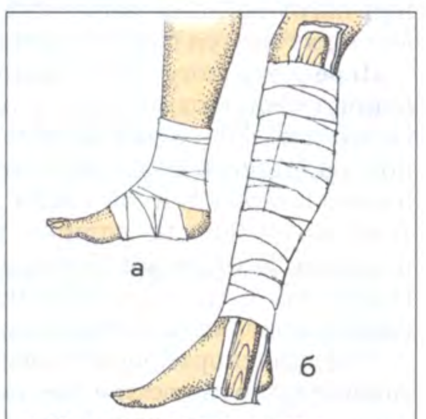
3. Скелет и след правильно (а) развитой стопы и при плоскостопии (б).

Почему стопа человека приобрела сводчатую форму?

Исправляют плоскостопие специальными физическими упражнениями и применением стелек-супинаторов. Такие стельки поддерживают стопу в правильном положении, что улучшает положение костей стопы, а также костей голеностопного, коленного и тазобедренного суставов.

Если случилась беда

Резкие неловкие движения в суставе, не совпадающие с нормальным направлением его движений, приводят к **растяжению** или **разрыву связок**, удерживающих кости в суставе. Сустав распухает, из поврежденных сосудов под кожу сочится кровь, возникает синяк. Боль, вначале небольшая, нарастает, движения в суставе становятся очень болезненными. В этом случае к поврежденному месту необходимо приложить холод – пузырь со льдом или смоченное холодной водой полотенце. Затем накладывают тугую фиксирующую повязку, чтобы ограничить движения сустава.



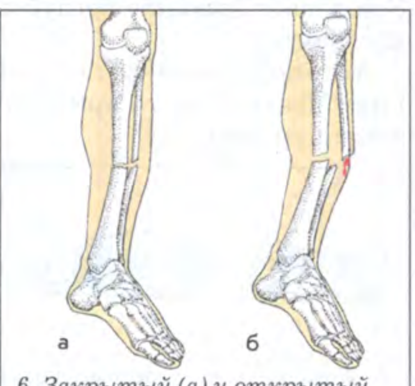
4. Наложение повязки при растяжении (а) и шины при переломе (б).

Иногда неожиданное усилие, не совпадающее с нормальным направлением движения сустава, бывает настолько сильным, что головка одной кости выходит из суставной ямки другой. Такая травма называется **вывихом**. Очевидно, что вывих всегда сопровождается растяжением, а иногда и разрывом связок.


5. Подвешивание руки на косынке.

Это очень болезненная травма. При ней обычно становится хорошо заметной неестественная форма сустава, он отекает, его движения невозможны.

Вправление вывиха требует специальных знаний и подготовки, поэтому попытка вправить его без помощи врача может привести к еще более серьезным повреждениям сустава. Что же делать? Необходимо обеспечить покой поврежденному суставу, не меняя его положения. Руку можно подвесить на косынке или бинте, а на ногу наложить шину из дощечек или полос плотного картона для того, чтоб обеспечить покой травмированной конечности. К поврежденному месту нужно приложить холод и доставить пострадавшего к врачу.



6. Закрытый (а) и открытый (б) переломы.

Если кости испытывают большое напряжение или резкие увеличения нагрузки, они могут сломаться, несмотря на их прочность. Чаще всего случаются переломы конечностей.

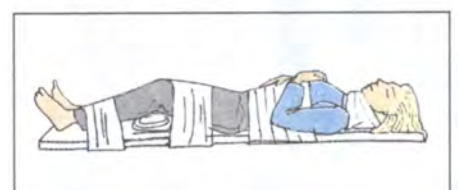
Переломы могут быть **закрытыми**, когда не повреждена кожа, или **открытыми**, обломки кости разрывают окружающие мышцы и кожу. Отличить закрытый перелом от ушиба не так-то просто. Когда у пострадавшего возникает острая боль при попытке изменить положение поврежденной части тела или есть подвижность частей тела там, где ее быть не должно, или изменение формы конечности – это перелом. Но точный диагноз можно поставить, только сделав рентгеновский снимок поврежденной кости, поэтому нужно как можно скорее доставить пострадавшего к врачу.

Для транспортировки больного при всех типах переломов главное – зафиксировать кости в том положении, в котором они оказались после травмы. Это облегчит боль и предупредит смещение обломков кости. Для этого накладывают шину из дощечек, картона, веток. Она должна захватывать соседний сустав с каждой стороны от перелома. Шину прибинтовывают так, чтобы она не позволяла смещаться костям, но и не давила на место перелома, не мешала нормальному кровоснабжению.

Накладывайте шину только в том случае, если вы не причиняете еще большую боль или повреждение. Не пытайтесь выправить деформацию или смещение. Фиксируйте ранение в том положении, в котором оно находится. Не применяйте силу! Шина должна обездвиживать один сустав выше и все суставы ниже места предполагаемого перелома. В случае открытого перелома не вправляйте в рану обломки костей. Если перелом закрытый, наложите холод для уменьшения отека.

При переломах некоторых костей, например ребер, наложить шину невозможно. При подозрении на такой перелом пострадавшего просят задержать дыхание на выдохе и туго забинтовывают грудную клетку. Это делает дыхание неглубоким, что значительно уменьшает подвижность ребер.

Автомобильные катастрофы, ныряния в незнакомых местах, падения с высоты часто приводят к травмам позвоночника. Это очень тяжелая травма.



7. Помощь при переломе позвоночника.

При подозрении на травму позвоночника не двигайте, не перекладывайте и не поворачивайте пострадавшего, если место происшествия безопасно и помощь рядом. Если нельзя вызвать «скорую помощь» и вам необходимо доставить пострадавшего к врачу самостоятельно, постарайтесь оградить его от лишних движений. За-

фиксируйте шейный отдел, обернув его толстым слоем ваты и марлевым бинтом. Для транспортировки осторожно положите пострадавшего на деревянный щит спиной вниз. Очень важно не допускать прогибания позвоночника.

Правильно рассчитанная регулярная физическая нагрузка – необходимое условие здоровья, развития всех систем органов. Плохо развитая опорно-двигательная система – одна из причин травм и заболеваний.

Осанка, вывих, растяжение связок, перелом



1. Как изменяются мышечные волокна и их количество при тренировке мускулатуры?
2. Как влияет развитие мускулатуры на скелет?
3. Какие суставы нужно обездвижить, накладывая шину, если сломаны локтевая и лучевая кости?



4. Как вы думаете, каждый ли человек, усердно тренируясь, может стать выдающимся борцом, гимнастом, теннисистом? Ответ обоснуйте.
5. Зарядка и увлечение спортом – самое эффективное и доступное для человека средство профилактики всех болезней. Как вы думаете, почему занятием спортом так часто пренебрегают?

§ 30. «ДОСПЕХИ» ОРГАНИЗМА



Каковы функции покровных тканей?
Чем отличаются покровы млекопитающих от покровов животных других систематических групп?



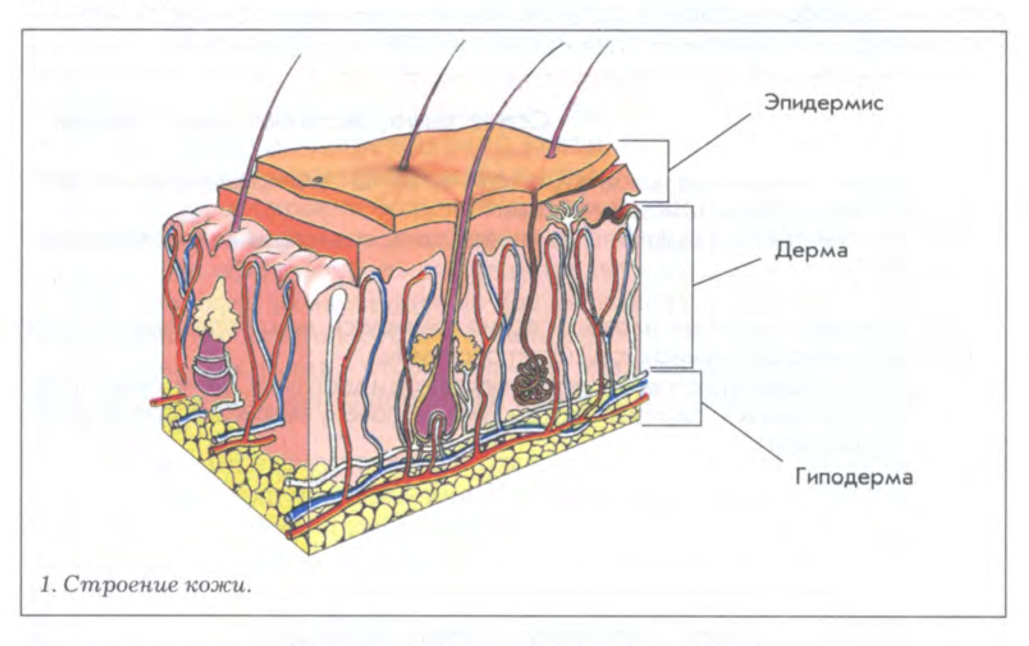
Кожа очень тонка, почему же ее роль в организме так велика?



Площадь кожи взрослого человека составляет около 2 м^2. Прочная и гибкая, она предохраняет лежащие под ней ткани от механических повреждений, излишней потери влаги и переувлажнения. Пока не нарушена ее целостность, кожа практически непроницаема для микроорганизмов и защищает тело от других вторжений. Таким образом, кожа – это не просто внешняя оболочка тела. Кожа – один из самых больших органов человека, выполняющий множество важных функций.

Кожа состоит из трех слоев

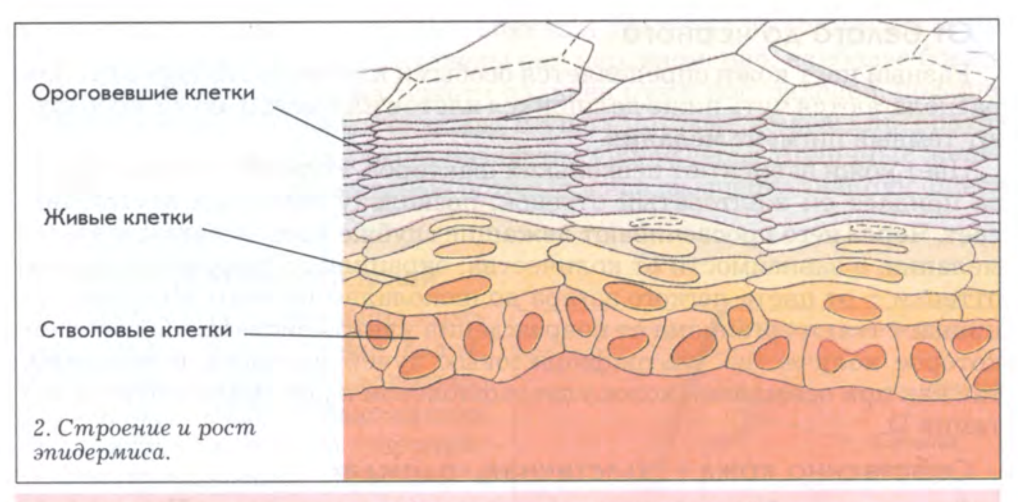
Кожа – сложная по строению структура. Она состоит из трех слоев: сравнительно тонкого наружного – **эпидермиса**, в котором нет кровеносных сосудов и нервов, более толстой – **дермы**, богатой кровеносными сосудами и нервными окончаниями, и **гиподермы – подкожной клетчатки**.



1. Строение кожи.

Клетки эпидермиса отдают жизнь за нас

Эпидермис – многослойная эпителиальная ткань – непосредственно граничит с внешней средой и испытывает на себе все особенности ее агрессивного характера. Именно воздействия внешней среды определяют строение эпидермиса. Он состоит из нескольких слоев клеток, синтезирующих роговое вещество – белок кератин. Самый глубокий слой, прилегающий к дерме, образован стволовыми клетками, которые непрерывно делятся. Дочерние клетки после каждого деления смещаются в следующий слой, ближе к поверхности кожи. В эпидермисе нет кровеносных сосудов, его клетки получают питание через тканевую жидкость дермы. Поэтому клетки, выталкиваемые новыми собратьями, отодвигаются все дальше от источника питания. В конце концов, они погибают и превращаются в заполненные кератином ороговевшие чешуйки, образующие поверхностный слой кожи. Чешуйки легко слущиваются при трении кожи об окружающие предметы и непрерывно замещаются новыми ороговевшими клетками. Таким образом, отмершие клетки обеспечивают механическую защиту нашего тела.



2. Строение и рост эпидермиса.

Вспомните отличительные особенности покровных тканей.

От момента рождения клетки до ее слущивания с поверхности кожи проходит от 2 до 4 недель в зависимости от участка тела. В тех участках тела, которые подвергаются частым механическим воздействиям, количество слоев ороговевших клеток больше. Иногда чешуйки слипаются в твердый панцирь – мозоль, например, на ладонях или подошвах ног.

Роговое вещество отлично защищает лежащие под ним ткани. Оно почти непроницаемо для воды, поэтому при купании в пресной воде тело не разбухает, а в соленой – не сморщивается. К тому же оно препятствует потере влаги с поверхности тела.



При внимательном осмотре можно заметить, что вся поверхность кожи испещрена большим количеством мельчайших бороздок и линий, образующих сложный рисунок. У молодых людей он менее заметен, а с возрастом становится более отчетливым. Особенно резко выделяются бороздки на ладонях и подошвах. Этот рисунок индивидуален и остается неизменным в течение всей жизни. Вы наверняка знаете, что эту особенность кожи человека успешно используют криминалисты.



3. Уникальный рисунок кожных борозд.

От белого до черного

Разный цвет кожи определяется особыми клетками эпидермиса. Они располагаются чуть ниже делящихся клеток или между ними и образуют темный пигмент **меланин**.

Цвет кожи зависит от нескольких факторов. Роговой слой эпидермиса придает ей желтоватый оттенок, поскольку этот слой пропускает свет. Через него просвечивают лежащие глубже кровеносные сосуды, а меланин, в зависимости от количества, окрашивает кожу в различные оттенки – от цвета легкого загара до шоколадно-черного. Меланин защищает ткани организма от повреждения ультрафиолетом. Однако некоторое количество ультрафиолетовых лучей человеку необходимо, так как при освещении кожи ультрафиолетом в ней синтезируется витамин D.

Собственно кожа – эластичная «одежда»

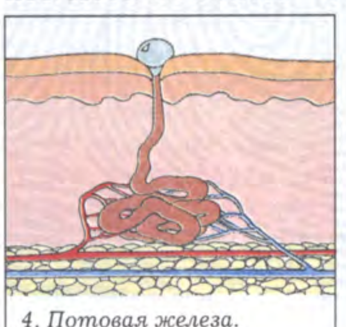
Дерма, или собственно кожа, гораздо толще эпидермиса. Чрезвычайно важная функциональная особенность дермы состоит в том, что она содержит множество волокон белков коллагена и эластина. Они придают коже прочность, эластичность и упругость, защищают от значительных повреждений.

В дерме расположены волосяные луковицы, сальные и потовые железы, а также мышцы, сосуды, нервы и нервные окончания.

Дерма богато снабжена капиллярами. Когда становится жарко, они заполняются кровью, и избыток тепла удаляется из организма. Недаром в парной человек краснеет. Напротив, капилляры закрываются на морозе, и кожа белеет, сберегая тепло.

«Холодильная установка»

Около 3 млн **потовых желез** выводят на поверхность кожи избыток солей и некоторые продукты обмена веществ, растворенные в воде, – **пот**. Потовая железа – это трубка со скрученным в клубок слепым концом, располагающимся в глубоком слое дермы. Другой конец трубки – выводной проток железы – тянется к поверхности кожи и заканчивается воронкой.


4. Потовая железа.

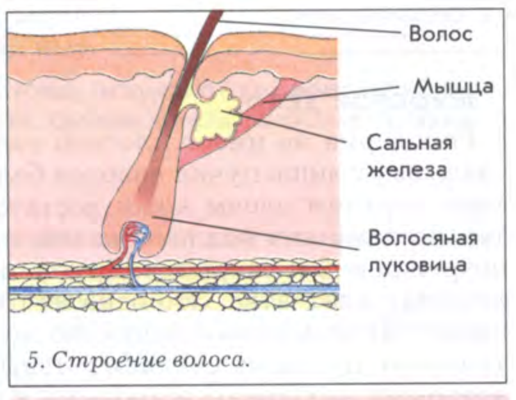
Объем выделяемого пота зависит от температуры окружающей среды, эмоционального состояния человека и интенсивности физической нагрузки. Испарение пота с поверхности кожи способствует понижению температуры тела. Потовые железы также принимают уча-

Найдите на рис. 1 потовую железу. Назовите функции потовых желез.

стие в процессах водно-солевого обмена и удаления из организма отходов обмена веществ. Распределены они неравномерно, наиболее богата потовыми железами кожа мякоти пальцев рук и ног, ладоней, подошв, подмышечных и паховых складок. В ушах потовые железы превратились в **серные железы** для производства ушной серы. **Молочные железы** – это тоже видоизмененные потовые железы, специализирующиеся на секреции молока.

Остатки былой роскоши

Несмотря на то что наша кожа производит впечатление голой, почти вся она покрыта волосами. Свободны от волос только ладони и подошвы ног. Волосы – продукт клеток эпидермиса, вросших в дерму и образовавших там мешочки – **волосяные луковицы**, на дне которых расположены непрерывно делящиеся клетки. Питательные вещества эти клетки получают из капилляров соединительнотканного волосяного сосочка, расположенного под каждой луковицей. Точно так же, как при обновлении эпидермиса, новообразованные клетки все время выталкиваются наверх все дальше от источника питания и в конце концов формируют стержень из белка кератина – волос.



5. Строение волоса.

При охлаждении кожа человека покрывается пупырышками («гусиная кожа»), почему?

Волосяная луковица окружена соединительной тканью, к которой одним концом прикрепляется пучок гладких мышечных волокон. Отсюда мышечный пучок идет к поверхностному слою дермы, располагаясь не параллельно волосу, а немного наискосок, и сплетается с эластическими волокнами этого слоя. При сокращении мышечного пучка волос принимает вертикальное положение. Сокращение мышц, поднимающих волос, происходит рефлекторно в ответ на механическое раздражение, охлаждение кожи или под влиянием страха, гнева и других эмоциональных переживаний. «Волосы встали дыбом», говорят в таких случаях.

В волосяную луковицу каждого волоса открывается одна или несколько **сальных желез**, которые производят жирный секрет – кожное сало. Оно выделяется через выводной проток в волосяную луковицу. Распределяясь по поверхности кожи, сало смягчает ее, делает нежной, гладкой, эластичной, защищает от воздействия влаги и предохраняет при трении. Сальные железы разбросаны по всей поверхности тела, за исключением ладоней и подошв. При отсутствии или недостаточности


6. Строение ногтя.

кожного сала кожа шелушится, становится шероховатой, на ней легко образуются ссадины и трещины.

Ногти на пальцах рук и ног тоже развиваются из карманов, образованных клетками внутреннего слоя эпидермиса, и их рост аналогичен росту волос. Ногти состоят из белка кератина, сквозь который просвечивают капилляры дермы, придающие ногтям розовый цвет.

Жировое депо

Гиподерма не имеет плотной связи с верхними слоями кожи. Их связывают лишь пучки волокон белка коллагена. Такая связь позволяет верхним слоям кожи достаточно свободно двигаться относительно лежащих под ней тканей, предохраняет их от механических повреждений и разрывов. Другое название гиподермы – подкожная жировая клетчатка. Это одно из главных жировых хранилищ организма. Межклеточное вещество этой ткани образовано рыхло сплетенными пучками соединительных волокон, промежутки между которыми заполнены жировыми клетками. Жир помогает избежать излишней потери тепла и перегрева, действует, как подушка, защищая ткани от механических повреждений, и служит источником энергии при болезнях, длительном голодании, физическом и эмоциональном напряжении. В некоторых участках подкожная жировая клетчатка почти полностью отсутствует, в других может достигать 10 см и более, например на животе, бедрах у тучных людей. Форма кожи в основном соответствует костно-мышечной основе тела.

Многофункциональная кожа

Функции кожи многообразны. Ее защитные свойства очевидны: она обладает высокой плотностью, эластичностью, упругостью и растяжимостью. Она оберегает внутреннюю среду и ткани организма от агрессивных внешних воздействий – пыли, ветра, влаги, резких смен температуры, прикосновений и трения. Кожа весьма устойчива к действию многих химических веществ. Но некоторые из них, например ртуть, йод, хлор и его соли, сера, способны проникать через кожу в организм и распространяться по кровеносным и лимфатическим сосудам. Попадание ядовитых веществ в организм через кожу может вызвать отравление. Кожа участвует в обмене веществ и терморегуляции. Она снабжена большим количеством разнообразных чувствительных нервов и соответствующих нервных окончаний (рецепторов), благодаря чему играет роль органа осязания.

Кожа принимает участие в дыхании. Через кожу выходит за сутки приблизительно 2% углекислого газа и поглощается около 1% всего вдыхаемого кислорода.

Кожа состоит их трех слоев: эпидермиса, дермы и гиподермы. Эпидермис образует роговой защитный слой кожи. Дерма богата кровеносными сосудами, нервами, эластичными волокнами, потовыми железами, волосяными луковицами. Подкожная клетчатка содержит клетки, запасающие жир. Кожа выполняет функцию защиты, осязания, избирательного транспорта веществ и тепла внутрь организма и из него.



Эпидермис, дерма (собственно кожа), гиподерма (подкожная клетчатка), потовые железы, пот, сальные железы, волосяные луковицы



1. Какие функции выполняет кожа?
2. Какова роль разных слоев кожи в жизни?
3. Как меняется толщина рогового слоя на участке кожи, который испытывает постоянное трение?
4. Почему нам приходится стричь волосы и ногти?

5. Почему на ладонях и ступнях отсутствуют сальные железы?
6. Зачем люди используют увлажняющие кремы?

§ 31. ЧТО ТАКОЕ ДЫХАНИЕ И ПУТЬ ВОЗДУХА В ЛЕГКИЕ



Что такое дыхание?
Какие типы дыхательных систем вы знаете?



Орган дыхания человека – легкие, а кислород нужен клеткам. Так кто же дышит в теле человека?



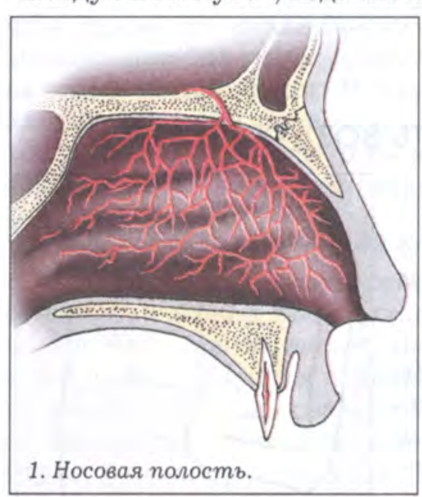
Нашим клеткам необходима энергия. Ее главный источник в организме – кислородное окисление органических молекул. Кислород так быстро расходуется в клетках, что снабжение им должно быть бесперебойным. Различные ткани имеют различную степень устойчивости к отсутствию кислорода. Некоторые мышечные клетки могут короткое время вырабатывать небольшое количество энергии и без участия кислорода, а клетки мозга, лишенные кислорода, перестают работать и погибают в течение нескольких минут.

Что такое дыхание?

Это вопрос не праздный. Дело в том, что под термином «дыхание» иногда имеются в виду совершенно различные процессы. Когда доктор говорит нам: «Дышите!», он подразумевает дыхательные движения грудной клетки, с помощью которых мы доставляем воздух, богатый кислородом, из окружающей среды в легкие. Этот процесс называют **внешним дыханием**. В капиллярной сети легких происходит газообмен между воздухом легких и кровью, это – **легочное дыхание**. Кровь доставляет кислород тканям и уносит от них углекислый газ. Газообмен в тканях называют тканевым дыханием. И, наконец, биологическое окисление органических молекул в митохондриях клетки называют **клеточным дыханием**. Строго говоря, дыхание – одна из основных жизненных функций. Она представляет собой несколько процессов, в результате которых клетки организма получают кислород, используют его и избавляются от углекислого газа. Однако к системе органов дыхания относят только воздухоносные пути и легкие.

Система прогрева и очистки

Воздухоносные пути разделяют на верхние и нижние дыхательные пути. Верхние дыхательные пути начинаются ноздрями – главным входом в дыхательную систему. Для чего же нам необходим специальный «воздушный путь», ведь мы можем дышать и ртом?



1. Носовая полость.

Каким образом организм защищается от поступления в него посторонних частиц и микроорганизмов вместе с вдыхаемым воздухом?

Воздух поступает в носовую полость. Хрящевая перегородка делит носовую полость на правую и левую половины, поэтому ноздри у нас парные. Изнутри они прикрыты жесткими волосками, которые задерживают относительно крупные частицы, находящиеся во вдыхаемом воздухе (пыль, пушинки и т.д.). Носовую полость выстилает слизистая оболочка. Она обильно снабжена кровеносными сосудами, железами, выделяющими слизь. Все это – приспособления для подготовки воздуха к поступлению в легкие. Частицы пыли и грязи оседают на липкой слизи, а реснички, которыми снабжены клетки слизистой оболочки, создают ток слизи по направлению к глотке. Слизь не только липкая, она содержит вещества, губительно действующие на микроорганизмы.

В задней части носа обе половины полости разделяются на секции костными выступами, идущими вдоль носовой полости. Они увеличивают внутреннюю поверхность стенок полости, превращая ее в очень эффективный очиститель и обогреватель вдыхаемого воздуха. По густой сети проходящих в стенках носовой полости кровеносных сосудов навстречу холодному вдыхаемому воздуху течет горячая артериальная кровь. Она согревает воздух, предохраняя легкие от переохлаждения. Кроме того, в носовой полости воздух насыщается водяными парами и его воздействие на влажные слизистые оболочки становится не столь жестким. Неудивительно, что люди, по каким-то причинам постоянно дышащие через рот, более подвержены воспалительным заболеваниям дыхательных путей: вдыхаемый ими воздух минует стадию эффективной очистки, недостаточно нагревается и увлажняется.



2. Носовые раковины (поперечный разрез носовой полости).

Зачем в носовых раковинах так много костных выступов?

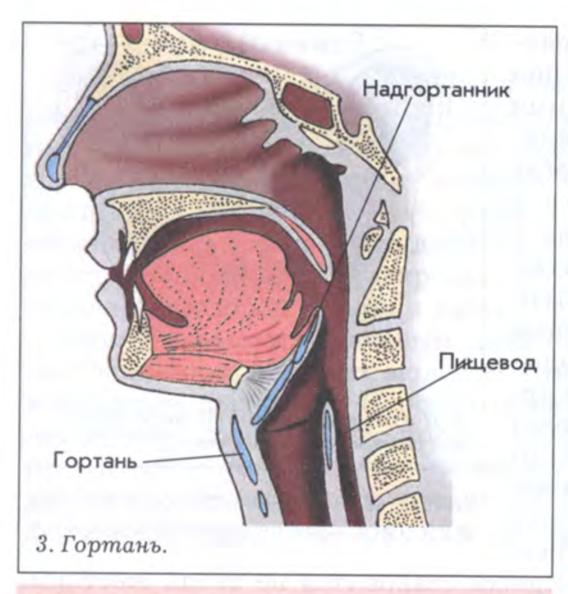
Из носовой полости воздух поступает в носоглотку через внутренние ноздри – хоаны. Затем воздух поступает в гортань. Перед входом в гортань и пищевод находятся **миндалины**. Эти скопления ткани, подобные лимфатическим узлам, образуют «защитное кольцо» в области перехода ротовой полости в глотку. В миндалинах обезвреживается значительная часть огромного количества микроорганизмов, попавших в ротовую полость с пищей и вдыхаемым воздухом. Гортань имеет вид воронки, стенки которой образованы несколькими хрящами.

Вход в гортань находится рядом со входом в пищевод и во время глотания пищи закрывается хрящевым надгортанником. Иногда при разговоре во время еды надгортанник не успевает прикрыть вход в гортань, тогда частицы пищи могут попасть в дыхательное горло, поэтому лучше воздерживаться от разговоров во время еды.

Органы дыхания помогают нам говорить

В узкой части гортани находятся **голосовые связки**, благодаря которым мы обладаем голосом. Они образованы эластичной соединительной тканью.

При спокойном дыхании голосовые связки разведены. При усиленном дыхании они разводятся еще шире, чтобы не мешать движению воздуха. Когда человек разговаривает, мышцы гортани сокращаются и связки смыкаются, оставляя лишь узкую щель. При прохождении воз-



3. Гортань.

Какие типы тканей входят в состав гортани?



4. Открытые (а) и сомкнутые (б) голосовые связки.

Достаточно ли голосовых связок для организации членораздельной речи?

духа через щель края связок вибрируют и издают звук. Голосовые связки мужчин длиннее и толще, чем у женщин и детей, поэтому мужской голос более низкий. Звуки, образующиеся в гортани, усиливаются воздушными полостями костей черепа: фронтальной пазухой и верхнечелюстной, или гайморовой пазухой. Они служат резонаторами – усиливают звук и придают ему дополнительные оттенки. Форма голосовых связок и околоносовых пазух индивидуальна. Поэтому голос каждого человека неповторим, и мы различаем людей по голосу.

Крик вредит голосовым связкам. Они напрягаются, трутся друг о друга. Связки могут повредиться и от частых воспалений дыхательных путей, курения, злоупотребления алкоголем. Если не беречь связки, голос может стать хриплым, а иногда исчезает совсем.

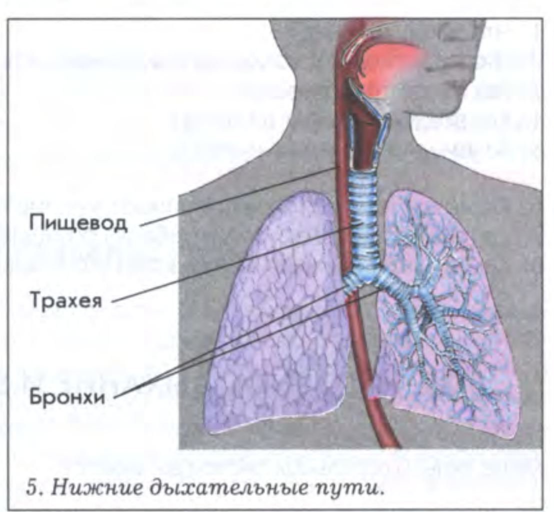
Звуки, формируемые голосовыми связками, – еще не речь. Членораздельные звуки речи – **артикуляция** – образуются в ротовой и носовой полостях. Они зависят от положения языка, зубов, губ, челюстей, распределения между ними воздушных потоков.

Нижние дыхательные пути – путь доставки воздуха в легкие

Из гортани воздух попадает в **трахею**. Очевидно, что трахея всегда должна быть открыта для тока воздуха. Для того чтобы стенки трахеи не спадались, она укреплена хрящевыми полукольцами. Трахея распо-

ложена спереди от пищевода и обращена к нему свободной от хрящей стороной. При прохождении пищи пищевод расширяется, и мягкая стенка трахеи не мешает этому.

В нижней своей части трахея делится на два **бронха**. Они входят в правое и левое легкие. В легких каждый из бронхов ветвится, подобно дереву. Диаметр воздухоносных трубочек постепенно уменьшается, они разделяются на **бронхиолы**, а последние – в мельчайшие **альвеолы**.



5. Нижние дыхательные пути.

Каковы особенности строения эпителия нижних дыхательных путей?

В воздухоносных путях – трахеях, бронхах и бронхиолах вплоть до их перехода в альвеолы – не происходит газообмена. Но наряду с носовой полостью воздухоносные пути играют важную роль в очищении воздуха. Эпителий трахеи и бронхов снабжен ресничками. В результате ритмических движений этих ресничек слизь и налипшие на нее мелкие частички удаляются по направлению к глотке.

Более крупные частицы, попавшие в воздухоносные пути, вызывают чихание и кашель.

При чихании раздражение слизистой оболочки носа пылью вызывает остановку дыхания и смыкание голосовой щели. Затем начинается интенсивный быстрый выдох. Давление воздуха нарастает и наступает момент, когда он с силой прорывается через сомкнутые голосовые связки. Струя воздуха направляется наружу через гортань, вынося раздражители вместе со слизью. Механизм кашля аналогичен, только в этом случае поток воздуха выходит через рот. Причиной кашля может стать раздражение слизистой оболочки трахеи, бронхов, гортани. Чихание и кашель защищают легкие от загрязнений.

В нижних дыхательных путях завершаются увлажнение и согревание вдыхаемого воздуха. Длительность вдоха достаточно велика, чтобы к моменту поступления в легкие воздух нагрелся до температуры тела.

Дыхание – это совокупность процессов, в результате которых клетки получают кислород (O_2), используют его для получения энергии и избавляются от двуокиси углерода (CO_2). Легочным дыханием называют газообмен между кровью и легкими. В воздухоносных путях вдыхаемый воздух очищается и прогревается.

Легочное дыхание, клеточное дыхание, носовая полость, голосовые связки, трахея, бронхи



1. Что такое дыхание?
2. Что происходит с воздухом при движении по носовой полости?
3. Как мы разговариваем?
4. Как воздух попадает в легкие?
5. Зачем мы кашляем и чихаем?

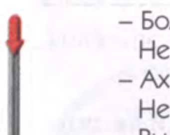


6. Какие системы органов принимают участие в процессе дыхания?
7. Детский врач обнаружил у ребенка опухшие железки. Что случилось с ребенком?
8. Какое дыхание имеют в виду, когда его называют важнейшим свойством живого?

§ 32. ЛЕГОЧНОЕ ДЫХАНИЕ И ЕГО РОЛЬ В ОРГАНИЗМЕ



Что такое дыхание?
Какие типы дыхательных систем вы знаете?





– Больной, дышите!
Не дышите!...
– Ах, милый доктор,
Не смешите!
Вы думаете,
Вам решать –
Дышать мне или не дышать?

Борис Заходер «В больнице»

В выдыхаемом воздухе остается достаточно кислорода, почему же нам необходимо так часто доставлять в легкие «свежий» воздух?

Легкие – главный орган дыхательной системы



1. Альвеолы.

Они похожи на гигантскую губку и состоят из огромного количества ячеек-пузырьков, ветвящихся трубочек и складок. Губчатая масса легких образована **альвеолами** – маленькими камерами, диаметром менее 1 мм. В каждом легком 300–350 млн альвеол. Общая площадь поверхности альвеол превышает 100 м^2. (Это примерно в 50 раз больше площади поверхности тела че-

Что происходит с воздухом в стенках альвеол?

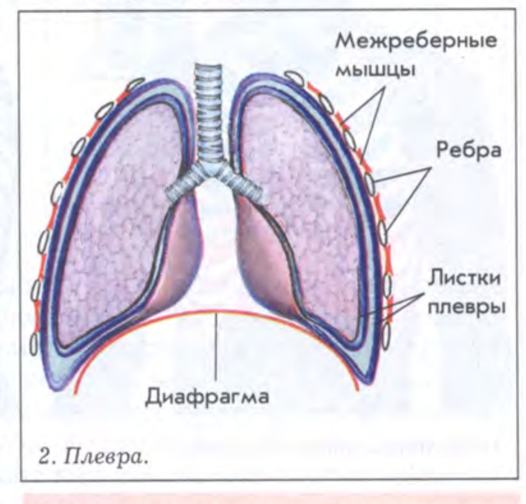
ловека). Тончайшие стенки альвеол густо оплетены сеткой капилляров. В альвеолах происходит газообмен между кровью и атмосферным воздухом. Огромная поверхность альвеол делает дыхательный процесс очень эффективным.

Стенки альвеол очень тонки, их ткань богата волокнами белка эластина, название которого говорит само за себя. Легкие всегда находятся в растянутом состоянии, а если их извлечь из грудной клетки, они сморщатся, как воздушный шарик, из которого выпустили воздух. Что заставляет их растягиваться?

Отчего легкие всегда расправлены?

Легкие расположены в грудной полости. Ее стенки образованы ребрами и мышцами грудной клетки, а дно сформировано большим мышечно-сухожильным куполом – диафрагмой. Как ни странно, между легкими и грудной клеткой нет никаких связующих тканей, за исключением того места, где в легкие входят бронхи. Тем не менее легкие всегда расправлены. Дело в том, что каждое легкое снаружи покрыто соединительнотканной оболочкой – плеврой, образованной двумя листками. Пристеночная плевра выстилает внутреннюю поверхность грудной клетки, легочная плевра окутывает легкое. Между двумя листками плевры – тончайшая щель. Хотя она называется плевральной полостью, на самом деле никакого пространства – полости – между листками плевры нет. Щель заполнена небольшим количеством жидкости, благодаря этому оба плевральных листка подвижно «склеены» друг с другом, примерно так же, как «приклеиваются» друг к другу два мокрых полиэтиленовых пакета. Жидкость позволяет листкам плевры скользить относительно друг друга, не раздвигаясь. Такое скольжение необходимо для того, чтобы легкие могли следовать за сложными изменениями формы грудной клетки и не деформироваться.

Давление в плевральной полости ниже, чем в полости легких, из-за чего внутренний листок плевры постоянно прижат к наружному, и легкие всегда следуют за дыхательными движениями грудной клетки. Если в результате повреждения грудной клетки в плевральную полость входит воздух, легкие спадаются и поджимаются к устью трахеи. При этом поджатые легкие уже не соприкасаются с грудной клеткой и поэтому либо вовсе не следуют за ее дыхательными движениями, либо их объем меняется в гораздо меньшей степени. Эффективный газообмен становится невозможным. Если в результате несчастного случая обе половины плевральной полости окажутся вскрытыми, легкие сожмутся, дыхательная система выйдет из строя – и наступит смерть.



2. Плевра.

Найдите на рисунке плевральную полость.

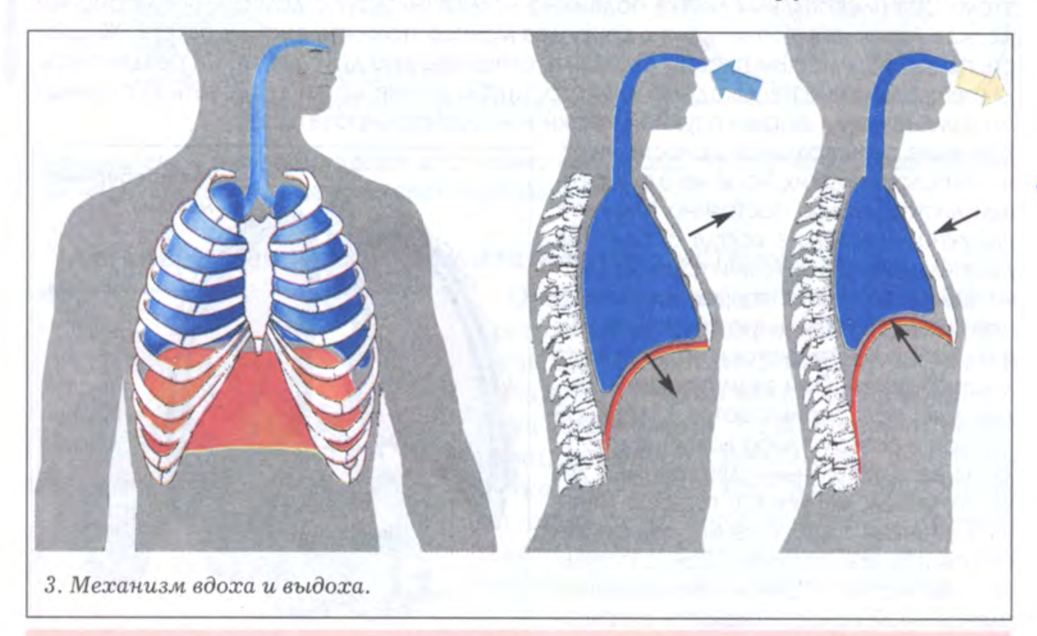
Вдох и выдох

Мы обычно не задумываемся над тем, как дышим. Это происходит автоматически. А ведь легкие не могут растягиваться самостоятельно, для осуществления вдоха и выдоха нужна согласованная работа многих мышц.

Вдох происходит за счет сокращения наружных межреберных мышц и мышц диафрагмы. Диафрагма состоит из сухожильного центра и мышечных волокон, отходящих от этого центра по радиусам во всех направлениях и прикрепляющихся к нижнему краю грудной клетки. В норме диафрагма имеет форму купола. Грудная клетка при вдохе поднимается, мышцы диафрагмы сокращаются, она уплощается, и объем грудной полости становится больше.

Давление в легких становится ниже атмосферного – и воздух заполняет дополнительный объем. Когда стенка грудной клетки и диафрагма расслабляются, объем груди уменьшается, давление становится выше атмосферного – и лишенный части кислорода воздух выходит наружу. В значительной степени выдох осуществляется под действием тяжести грудной клетки, поэтому в выдохе принимают участие только внутренние межреберные мышцы.

В зависимости от того, связано ли нормальное дыхание преимущественно с поднятием ребер или уплощением диафрагмы, различают реберный (грудной) и брюшной типы дыхания. Грудное дыхание



3. Механизм вдоха и выдоха.

Какое давление в легких перед началом вдоха и перед началом выдоха?

обеспечивается в основном за счет работы межреберных мышц, расширяющих грудную клетку, а диафрагма смещается в этом случае пассивно, в соответствии с изменениями грудного давления. При брюшном типе вдох происходит в основном в результате мощного сокращения диафрагмы, отчего органы брюшной полости смещаются, выпячивается живот.

Тип дыхания в большой степени зависит от возраста, одежды и профессии. Так, с возрастом подвижность грудной клетки уменьшается и начинает преобладать брюшной тип дыхания. Одежда, стесняющая грудную клетку, мешает грудному дыханию. Кроме того, брюшной тип дыхания наиболее эффективен с точки зрения дыхания и кровообращения, так как при таком дыхании глубже вентилируются легкие и облегчается венозный возврат от брюшной полости к сердцу. В связи с этим брюшной тип дыхания преобладает у работников физического труда, скалолазов, певцов и т.д.

Жизненная емкость легких

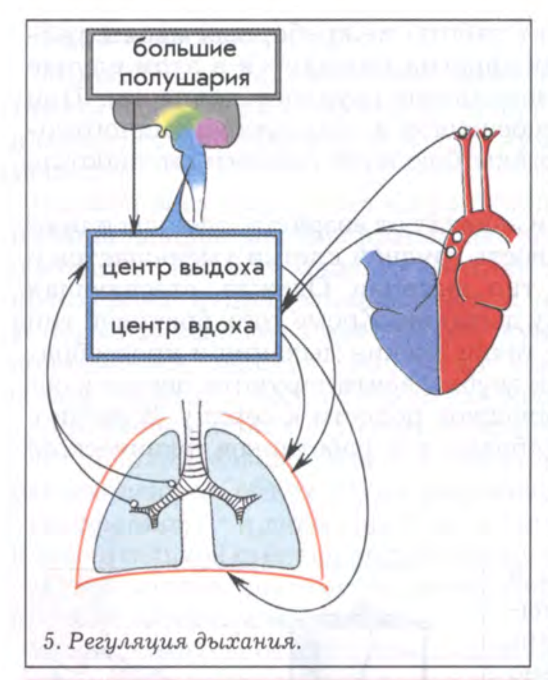
Эффективность смены воздуха в легких определяется глубиной дыхания и частотой дыхательных движений. Оба эти показателя сильно меняются в зависимости от потребностей организма. При спокойном вдохе и выдохе объем легких меняется незначительно по сравнению с их общим объемом. С каждым вдохом в легкие поступает около 500 см^3 воздуха и столько же удаляется с каждым выдохом. Наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха, называется жизненной емкостью легких.



4. Определение жизненной емкости легких.

Как можно изменить жизненную емкость своих легких?

Это показатель подвижности легких и грудной клетки. Его определяют с помощью специального прибора – спирометра. У разных людей жизненная емкость легких неодинакова. Она зависит от возраста, роста человека, степени его тренированности и некоторых других факторов. Жизненная емкость легких не имеет жизненно важного значения, несмотря на название, так как даже при самых высоких потребностях глубина дыхания никогда не достигает максимально возможного значения, но ее используют как показатель эффективности работы легких.



5. Регуляция дыхания.

Что служит сигналом к увеличению частоты дыхания? На режим работы какого органа влияет тот же показатель?

Как легкие обеспечивают газообмен клеток

Между воздухом в легких и кровью происходит газообмен. Важнейший механизм газообмена – диффузия.

В воздухе легочных альвеол мало углекислого газа. В капилляры, оплетающие альвеолы, поступает венозная кровь из большого круга кровообращения. Она содержит много углекислого газа. Молекулы углекислого газа покидают кровяное русло, где их концентрация велика, и перемещаются в альвеолярный воздух. Напротив, кислорода в венозной крови мало, поэтому он устремляется из воздуха альвеол в капилляры. Насыщенная кислородом артериальная кровь покидает альвеолы.

В альвеолярном воздухе после этого меняется соотношение дыхательных газов – кислорода становится меньше, а углекислого газа больше. Интенсивность диффузии падает. Чтобы поддерживать уровень диффузии, необходимо поддерживать в альвеолах концентрацию кислорода достаточно высокой, а концентрацию углекислого газа достаточно низкой. Для этого необходимо часто менять отработанный воздух на свежий. Это и определяет частоту нашего дыхания.

Кровь, насыщенная кислородом, покинув легкие, направляется к различным органам. Все клетки нашего организма непрерывно расходуют энергию на синтез необходимых им органических веществ, активный транспорт разных веществ через мембрану, движение и так далее. Основной источник энергии – процессы окисления органических веществ в митохондриях клеток. Эти процессы идут непрерывно, отчего в клетках всегда низкая концентрация кислорода. В капиллярной сети тканей кислород покидает кровь и с помощью диффузии проникает в межклеточную жидкость, а оттуда – в клетки.

Углекислый газ непрерывно образуется в результате обмена веществ. Поэтому в клетках его много. Он поступает в тканевую жидкость, а из нее – в кровь. Здесь углекислый газ частично захватывается гемоглобином, а частично растворяется или химически связывается

солями плазмы крови. Венозная кровь уносит его к сердцу, а затем к легким.

Чем интенсивнее работа, выполняемая каким-либо органом, тем больше ему требуется кислорода. Вот почему, например, при физической работе, когда активно сокращаются мышцы, одновременно усиливаются дыхание и деятельность сердца.

Легкие вместе с кровеносной системой обеспечивают газообмен всего организма. В легких кровь насыщается кислородом и отдает углекислый газ. Губчатое строение легких увеличивает поверхность газообмена. Вдох и выдох совершаются благодаря работе межреберных мышц и диафрагмы.

Легкие, альвеолы



1. С чем связано губчатое строение легких?
2. Как осуществляются вдох и выдох?
3. Почему в выдыхаемом воздухе остается кислород?



4. Почему при низком содержании кислорода в воздухе дыхание затруднено?
5. О какой особенности дыхания говорил Борис Заходер в своем стихотворении «В больнице»?
6. Почему в клетке никогда не бывает высокой концентрации кислорода?
7. Почему говорят, что жизнь человека начинается с первого крика?
8. Для лечения некоторых заболеваний в плевральную полость закачивают некоторое количество воздуха. Что происходит с легким в этом случае?

Лабораторная работа: **Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха, расчет жизненной емкости легких**

Наполните две пробирки известковой водой. Возьмите резиновую грушу и стеклянную пипетку. Резиновая груша наполнена воздухом, который мы вдыхаем. Опустите ее носик в известковую воду одной из пробирок и выдавите воздух из груши. Широкий кончик пипетки обработайте спиртом. Возьмите его в рот, тонкий кончик пипетки опустите во вторую пробирку с известковой водой и осторожно выдохните воздух.

Что произошло с известковой водой в пробирках? Есть ли разница между ними?

Рассчитайте жизненную емкость своих легких (ЖЕЛ), используя следующие формулы:

– для юношей ЖЕЛ = [рост (см) x 0,052] – [возраст (лет) x 0,022] – 4,2;

– для девушек ЖЕЛ = [рост (см) x 0,041] – [возраст (лет) x 0,018] – 3,7.

§ 33. ЗАКАЛЯЙСЯ, КАК СТАЛЬ!



Какие заболевания дыхательной системы вы знаете? Что является основным источником атмосферного кислорода на Земле?



Если человек упал с высоты 30 метров и не разбился? Что это?
– Случайность.
– А если еще раз?
– Совпадение.
– А в третий?
– Привычка!



!! Отчего одни люди простужаются часто, а другие – редко?

Внимание: атака!

Болезни дыхательной системы хорошо знакомы нам всем и широко распространены среди людей на всех континентах, независимо от пола и возраста. Это острые респираторные заболевания, которые мы чаще называем простудой: бронхит, воспаление легких и др. Дыхательная система – один из путей, с помощью которого бактерии, вирусы и другие организмы стремятся попасть в «комфортные условия» внутренней среды нашего организма, поэтому основная причина острых и хронических заболеваний дыхательных путей и легких – воспалительные процессы, вызванные различными возбудителями. Некоторые инфекционные заболевания, такие как грипп, корь, не только поражают дыхательную систему, но и проникают в организм через дыхательные пути. Они и распространяются через дыхательную систему: больной человек при дыхании с капельками влаги выбрасывает целую «армию» болезнетворных организмов.

Так как контакт дыхательной системы с внешней средой очень тесен, в дыхательных путях и легких всегда находятся различные болезнетворные бактерии, но их влияние проявляется только при резком ослаблении организма, например при охлаждении, переутомлении. Большие перепады температуры, высокая влажность воздуха, сильные ветры требуют от организма мобилизации защитных сил и снижают его сопротивляемость, поэтому осенью и зимой уровень заболеваемости особенно высок. Бедный кислородом и содержащий вредные примеси воздух улиц городов, производственных помещений также оказывает неблагоприятное воздействие на дыхательную систему.

Что же делать?

Уже в начале осени необходимо начинать принимать меры по профилактике заболеваний, направленные на повышение сопротивляемости

организма, укрепление его защитных сил. Большое внимание нужно уделять правильному и полноценному питанию. Нельзя переедать, пища должна содержать оптимальное количество белков, жиров, углеводов, витаминов, минеральных веществ и клетчатки.

Залогом успеха в повышении сопротивляемости организма являются активный образ жизни и **закаливание**. Закаливание основано на возможности живого организма приспосабливаться к изменяющимся условиям окружающей среды – *адаптации*. Если многократно воздействовать на организм какими-либо факторами – холодом, перепадами температур – и постепенно увеличивать их действие, организм начинает приспосабливаться к ним. В таких условиях меняются уровень обмена веществ, характер нейрогуморальной регуляции, повышается устойчивость организма к разного рода заболеваниям.

Для профилактики заболеваний органов дыхания особенно существенна устойчивость организма к холоду, так как переохлаждение – самая частая причина простуды.

Занятия физкультурой и спортом на свежем воздухе, плавание, ежедневные обтирания, обливания, которые начинают с комнатной температуры воды, а затем постепенно понижают ее, – очень эффективные средства закаливания, позволяющие укрепить устойчивость организма к заболеваниям.

Значение состава воздуха

Атмосферный воздух содержит 21% кислорода, 7% азота, 0,03% углекислого газа и около 1% других газов. В выдыхаемом воздухе содержание кислорода снижается незначительно, а содержание углекислого газа возрастает до 3–4%. В душной комнате, где находится много людей, концентрация углекислого газа растет очень быстро. При вдыхании такого воздуха снижается диффузия углекислого газа из крови в альвеолярный воздух, поэтому пребывание в душном помещении чревато головной болью, вялостью, снижением внимания. Кроме того, в душном помещении поднимается температура и увеличивается влажность воздуха, что создает благоприятную среду для распространения бактерий. Как ни прост совет, что для профилактики заболеваний необходимо часто проветривать помещения, в которых мы живем и работаем, эффективность его от этого не уменьшается.

Курить действительно вредно!

Особую роль в возникновении хронических воспалительных и онкологических заболеваний дыхательной системы играет табачный дым. Помимо никотина, учащающего дыхание, сужающего сосуды, повышающего давление, опасны продукты сгорания табака – угарный газ, синильная кислота и множество других. Вот почему пребывание в накуренном помещении опасно и для некурящих. Табачный дым вызывает

раздражение слизистых оболочек ротовой, носовой полостей, дыхательных путей, влияет на голос: он утрачивает звонкость, становится хриплым. Постоянное раздражение снижает защитные свойства слизистых оболочек дыхательных путей. Частицы дыма и дегтя оседают на стенках бронхов и альвеол. Все это приводит к хроническим заболеваниям – бронхиту, эмфиземе легких (повреждению альвеол). Курение – частая причина возникновения злокачественных опухолей полости рта, гортани, бронхов и легких.

Если близко нет врача

Остановка дыхания, независимо от причины, ее вызвавшей, – смертельно опасное состояние. С момента остановки дыхания и кровообращения человек находится в состоянии клинической смерти. Как правило, уже через 4–6 минут недостаток кислорода и накопление углекислого газа приводят к необратимым повреждениям клеток – и наступает смерть.

При внезапной остановке или ослаблении дыхания необходимо обеспечить проходимость дыхательных путей и начать делать пострадавшему **искусственное дыхание**.

В бессознательном состоянии у человека утрачиваются рефлексы, освобождающие дыхательные пути. Значит, в первую очередь необходимо очистить полость рта и горло от слизи. Важно также не допустить перекрывание воздухоносных путей языком. Для этого запрокидывают голову больного и смещают его нижнюю челюсть вперед. Такого положения головы можно добиться, подложив под голову валик.

Для проведения искусственного дыхания наиболее эффективны способы «рот в рот» и «рот в нос». Они заключаются в том, что оказывающий помощь человек вдувает воздух непосредственно в дыхательные пути пострадавшего. При дыхании «рот в рот» нужно положить ладонь на лоб пострадавшего и запрокинуть его голову. Другой рукой приоткрыть его рот и накрыть платком. Сделав глубокий вдох, нужно плотно приникнуть ко рту пострадавшего, вдуть воздух в его дыхательные пути, а затем освободить его рот. Под действием тяжести грудной клетки у него произойдет пассивный выдох. Искусственное дыхание «рот в нос» выполняют аналогично, только воздух вдувают в нос.

Если у пострадавшего остановилось сердце, то искусственное дыхание нужно сочетать с закрытым массажем сердца. Массаж можно проводить только тогда, когда существует полная уверенность, что сердце остановилось. В этом можно убедиться, приложив ухо к груди. Закрытый массаж сердца заключается в ритмичном надавливании на грудную клетку. При этом кровь выдавливается из сердца в круги кровообращения. Для проведения массажа поместите основание левой ладони на нижнюю часть грудины, наложите основание ладони одной руки поверх другой и приподнимите пальцы рук, чтобы не касаться ребер.



1. Искусственное дыхание и непрямой массаж сердца.

Какой бы способ искусственного дыхания ни применяли, прежде всего необходимо произвести 5–10 быстрых вдуваний воздуха в дыхательные пути для того, чтобы как можно быстрее избавить пострадавшего от недостатка кислорода и избытка углекислого газа. После этого вдувания можно производить каждые 5 сек.

Наклонитесь над пострадавшим, держа предплечья в строго вертикальном положении, чтобы «работала» масса вашего тела. Не сгибайте локти. Надавливайте на грудину вертикально, опуская ее примерно на 1/3 толщины грудной клетки. Не допускайте колебательных движений корпуса пострадавшего и соблюдайте ритм массажа, обеспечивая равные интервалы сдавливания и расслабления грудной клетки. У взрослых или детей среднего и старшего возраста выполняйте 80–100 надавливаний на грудину в минуту. Маленьким детям нужно делать не менее 100 нажатий в минуту. После одного вдувания воздуха в легкие производят 4–5 надавливаний. Меры по оживлению можно считать достаточными, если у пострадавшего сузились зрачки, порозовела кожа, появился пульс.

Напоминаем, что, если рядом нет врача, такие *умелые действия* могут спасти жизнь человеку.

Дыхательная система – один из путей, с помощью которого болезнетворные организмы стремятся попасть в наш организм. Занятия физкультурой и спортом, закаливание позволяют укрепить устойчивость к заболеваниям. Курение наносит значительный вред органам дыхания. При внезапной остановке дыхания необходимо сделать пострадавшему искусственное дыхание.

Закаливание, искусственное дыхание



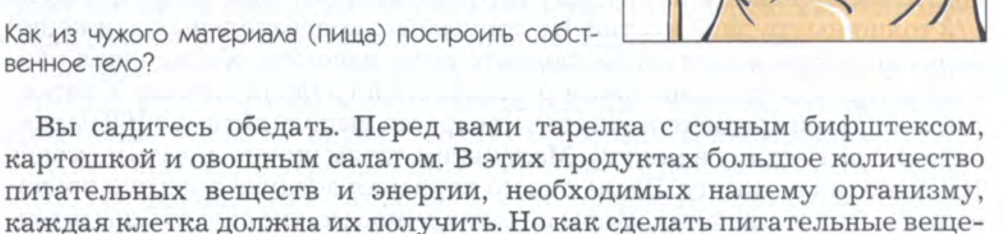
1. Какие источники загрязнения воздуха вы можете назвать?
2. Почему закаливание снижает риск заболеваний дыхательной системы?
3. Расскажите все, что вы знаете о том вреде, которое курение наносит организму человека.



4. Человек не может задержать дыхание и довести себя до удушья. Какие факторы являются основной причиной возобновления дыхания после длительной его задержки?
5. В каких случаях следует, а в каких не следует делать искусственное дыхание?

§ 34. ЧТО ТАКОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ И ЧТО ПРОИСХОДИТ С ПИЩЕЙ В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ?

У кого пищеварительная система сложнее – у коровы или у волка? Почему?
Что составляет внутреннюю среду организма?
Что вы знаете о внеклеточном и внутриклеточном пищеварении?
Вспомните, какие зубы у собаки и у лошади. Почему они такие разные?
Для чего птицы заглатывают камешки и песок?
К какому классу веществ относятся ферменты?





Как из чужого материала (пища) построить собственное тело?

Вы садитесь обедать. Перед вами тарелка с сочным бифштексом, картошкой и овощным салатом. В этих продуктах большое количество питательных веществ и энергии, необходимых нашему организму, каждая клетка должна их получить. Но как сделать питательные вещества из мяса, картошки и овощей доступными для наших клеток?

Почему система называется пищеварительной?

Такое название система получила не случайно. Так же как повар, приготавливая вкусные блюда, делает продукты более доступными для пищеварительной системы, так и в процессе пищеварения питательные вещества и энергия, заключенные в пище, становятся доступны каждой клетке нашего организма. Очевидно, что питательные вещества могут быть доставлены клеткам только кровью, а как переправить их из внешней среды – пищеварительного тракта – во внутреннюю – кровь и лимфу? Лежащие на тарелке куски пищи не только крупны сами по себе, но и состоят из очень крупных молекул белков, жиров и углеводов. Их надо разобрать на более мелкие части.



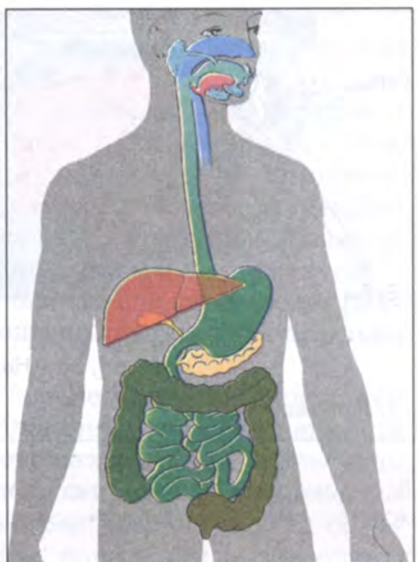
1. Схема превращения веществ пищи в организме человека.

Почему необходимо «разбирать на части» готовые молекулы и «собирать» их заново?

Большие органические молекулы подлежат разборке не только потому, что возникают проблемы с их доставкой. Вещества, составляющие нашу пищу в неразобранном виде, нашему организму не нужны. Молекулы, свойственные каждому организму и только ему, синтезируются в клетках из элементарных блоков-«кирпичиков», свойственных всем живым организмам.



Общность мономеров (молекулярных блоков) для всех живых организмов замечательно используют многие паразитические организмы: некоторые из них, например, паразитические ленточные черви, живущие в кишечнике различных животных, вовсе не имеют пищеварительной системы – они просто используют мономеры, которые уже приготовлены пищеварительной системой хозяина.



2. Пищеварительный канал (тракт) – сложно устроенная трубка, общая длина которой в распрямленном виде составляет около 8 м.

Из каких частей он состоит?

Знакомимся с «фабрикой-кухней»

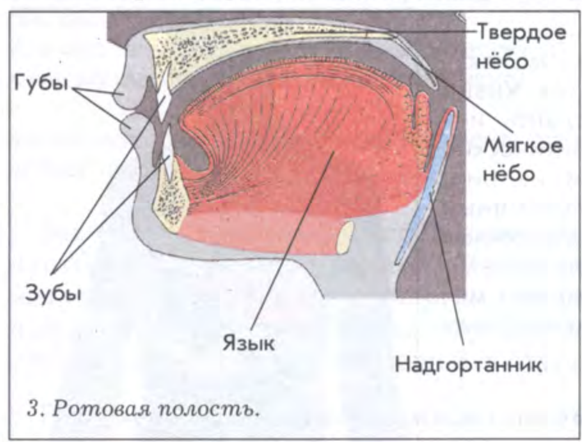
На первый взгляд не такая уж это сложная задача – раздробить большие молекулы. Как говорится, ломать – не строить. Но оказывается, это «нехитрое занятие» – долгая история.

Физические и химические процессы переваривания пищи в пищеварительной системе идут в определенной последовательности. Сама система со-

стоит из пищеварительного канала и **пищеварительных желез**. Пищеварительными называют железы, которые вырабатывают жидкости, содержащие ферменты и другие вещества, необходимые для расщепления пищи, – пищеварительные соки. У человека, как и у всех высших животных, пищеварение осуществляется **внеклеточно**: ферменты поступают во внеклеточную среду – просвет пищеварительной трубки, где и происходит расщепление крупных молекул.

Большому куску рот радуется

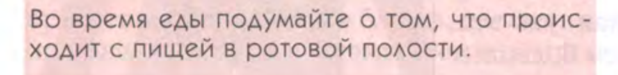
Первыми еду встречают губы. Они закрывают вход в ротовую полость, захватывают пищу, первыми «знакомятся» с ней, оценивают ее консистенцию, температуру. Снаружи губы покрыты очень тонкой кожей, богатой кровеносными сосудами и нервными окончаниями. Изнутри, как и вся ротовая полость, губы выстланы слизистой оболочкой. Пища, поступая в ротовую полость, раздражает чувствительные окончания ее слизистой оболочки. На основе полученной от них информации мозг принимает решение о съедобности попавших в рот веществ. Ротовая полость сверху ограничена твердым и мягким нёбом, сбоку – щеками, снизу – мышцами, которые участвуют в движениях нижней челюсти рта. В ротовой полости находятся язык и зубы.



3. Ротовая полость.



4. Ротовая полость (зев).

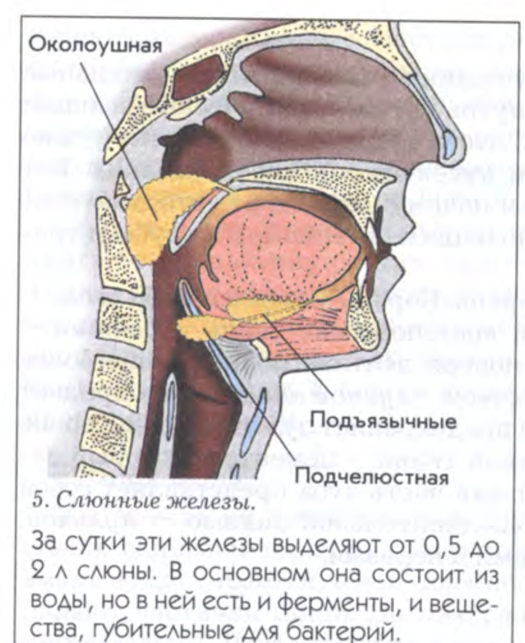


Во время еды подумайте о том, что происходит с пищей в ротовой полости.

В ротовой полости очень много чувствительных нервных окончаний. Почему?

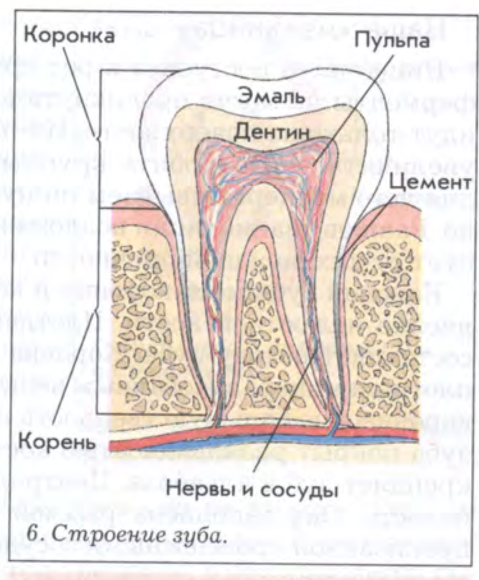
Зачем во рту столько влаги?

Слизистая оболочка рта всегда влажная, так как расположенные здесь мелкие и три пары крупных **слюнных желез** непрерывно выделяют слюну. По месту своего расположения железы носят название околоушных, подъязычных и подчелюстных. Как только пища попа-



5. Слюнные железы.

За сутки эти железы выделяют от 0,5 до 2 л слюны. В основном она состоит из воды, но в ней есть и ферменты, и вещества, губительные для бактерий.



6. Строение зуба.

Какие способы защиты зубов от разрушения вы знаете?

дает в ротовую полость, слюноотделение, ставшее обильным уже при виде пищи, еще усиливается. Слюна – прозрачная жидкость, состоит в основном из воды, но содержит многочисленные добавки, которые делают ее вязкой, а функции слюны – очень разнообразными. Она смачивает пищу, размягчает ее, растворяет некоторые из компонентов. Это позволяет нам почувствовать вкус еды: только растворенные вещества могут воздействовать на вкусовые рецепторы языка и вызывать вкусовые ощущения; вкуса сухой пищи мы не чувствуем.

При попадании пищи в рот производительность слюнных желез резко возрастает, причем для сухой пищи слюны выделяется значительно больше, чем для влажной.

Белковое слизистое вещество придает слюне вязкость, склеивает отдельные частицы пищи в комок, что облегчает ее продвижение по пищеварительному тракту. Ротовая полость находится в тесном контакте с агрессивной внешней средой, поэтому перед этой частью пищеварительного тракта особенно остро стоит задача защиты организма от многочисленных опасностей. При попадании в рот едких веществ слюноотделение усиливается и агрессивное вещество разбавляется, смывается слюной. Слизистые компоненты слюны способны нейтрализовать кислоты и щелочи, а белок лизоцим, содержащийся в слюне, обладает бактерицидным действием. В отсутствие пищи слюна вырабатывается в небольшом количестве для увлажнения и обеззараживания слизистой оболочки рта.

Наша «мельница»

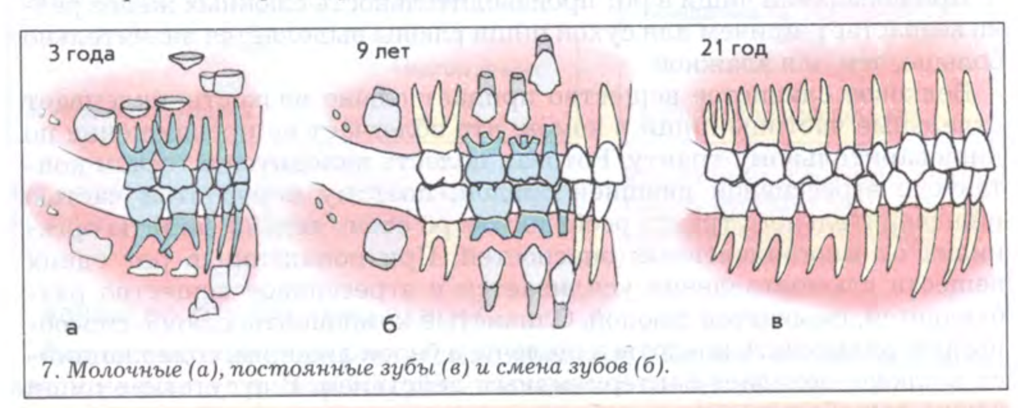
Пища часто поступает в рот крупными кусками. Пищеварительные ферменты не могут проникнуть внутрь куска, и химические реакции идут только на поверхности. Из-за этого площадь поверхности нужно увеличить – раздробить крупный кусок на множество мелких. Вот для чего мы пережевываем пищу и почему надо делать это тщательно. Разжевывание пищи возложено нашим организмом на зубы и требует от них большой прочности.

Каждый зуб имеет коронку и корень. Корень укреплен в альвеоле – ячейке челюстной кости. Плотная костеподобная ткань – *дентин* – составляет основу зуба. Коронка поверх дентина покрыта еще более плотным минерализованным веществом – *зубной эмалью.* Она придает коронке еще большую твердость и предохраняет зуб от износа. Корень зуба покрыт разновидностью костной ткани – цементом, который закрепляет зуб в альвеоле. Центральная часть зуба представляет собой полость. Она заполнена рыхлой соединительной тканью – *пульпой,* пронизанной кровеносными сосудами и нервами.

Молочные и постоянные

У детей прорезывание зубов начинается обычно на шестом месяце от рождения и к двум годам заканчивается формированием 20 зубов. Их называют **молочными** потому, что появляются они в раннем детстве. Человек растет, растут его челюсти, и между 6 и 13 годами молочные зубы постепенно заменяются постоянными, которых уже не 20, а 32.

Зубы человека неодинаковы: 8 резцов с долотообразной коронкой приспособлены для «разрезания пищи», а 4 клыка, расположенных рядом с резцами, помогают нам разрывать волокна. 8 предкоренных и 12 коренных зубов имеют плоские вершины и схожи с жерновами. У них очень крепкий корень, разделенный на две или три ветви, и кубовидная



7. Молочные (а), постоянные зубы (в) и смена зубов (б).

Как внешний вид зубов связан с их функцией?

коронка, которая размельчает и перетирает пищу. Последние большие коренные зубы, по два в каждой челюсти, называются зубами мудрости, вероятно, потому, что вырастают они значительно позже других, в возрасте от 20 до 30 лет.

Специальные жевательные мышцы двигают подвижную нижнюю челюсть относительно неподвижной верхней, и пища перетирается между верхними и нижними коренными зубами. Мышцы щек и языка подают и удерживают пищу.

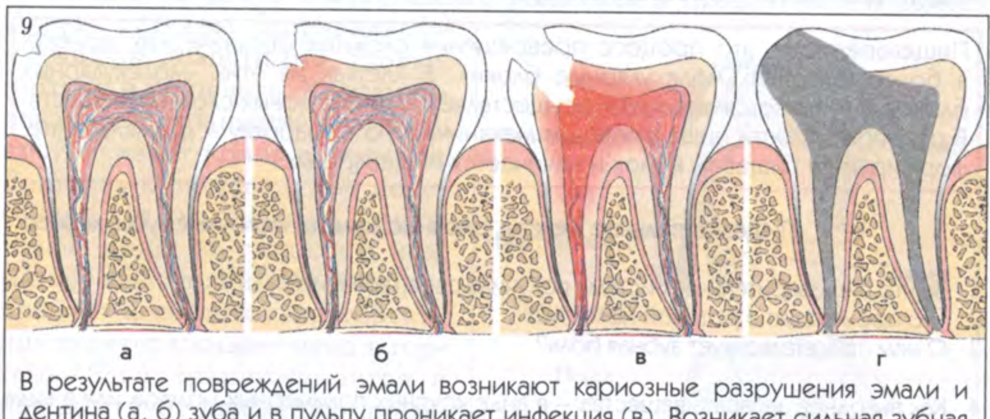
Резцы
Клыки
Предкоренные
Коренные
б а

8. Виды зубов: молочные (а) и постоянные (б).

Какой вид зубов отсутствует среди молочных?

Зубная боль

Мы обычно не думаем о своих зубах, пока они не заболят. Грызем орехи, запиваем горячую пищу холодными напитками. В результате эмаль зуба стирается, в ней появляются трещины, в которые легко попадают частички пищи. На них размножаются бактерии и образуют липкий налет. Постепенно трещины увеличиваются.



В результате повреждений эмали возникают кариозные разрушения эмали и дентина (а, б) зуба и в пульпу проникает инфекция (в). Возникает сильная зубная боль, воспаляются все ткани зуба. Если не поставить пломбу на поврежденное место (г), зуб постепенно разрушится.

На рисунке показано, как развивается **ка́риес**, образуется дупло – идет разрушение зуба.

Поврежденный зуб может стать причиной разнообразных заболеваний. Инфекция и воспаление могут распространиться по организму. Нарушается процесс пищеварения, так как в желудок попадает недостаточно пережеванная, не подготовленная к дальнейшей химической обработке пища, поэтому очень важно постоянно следить за зубами. Утром и перед сном нужно обязательно чистить их щеткой с зубной пастой.

«Язык без костей»

Язык представляет собой мускульный орган. Направление мышечных волокон языка очень разнообразно, что позволяет ему совершать множество движений. При жевании язык направляет пищу к зубам, перемешивает ее, передвигает в глотку для глотания. На поверхности языка расположено большое количество вкусовых рецепторов.

Начинаем обрабатывать пищу

В слюне содержится фермент *амилаза*, который разбивает длинные цепи крахмала и гликогена на более короткие куски. В результате образуется смесь простых сахаров и еще длинных «обрывков» молекулы крахмала. Если вы пожуете несладкий сухарик, то через некоторое время почувствуете, что он стал немного слаще: амилаза расщепила безвкусный крахмал – и образовалась сладкая глюкоза.

Пищеварение в ротовой полости имеет очень большое значение как пусковой механизм для всего процесса переваривания пищи.

Итак, бифштекс, картошка и овощной салат, тщательно размолотые и перемешанные, отправляются дальше. На крахмал картофеля и овощей начала действовать амилаза слюны, и в пище появились продукты ее деятельности – простые сахара.

Пищеварение – это процесс превращения сложных органических молекул в более простые «молекулярные блоки». В клетках из этих «молекулярных блоков» извлекается энергия и осуществляется синтез новых сложных веществ. В ротовой полости пища проходит механическую обработку – размельчение, формируется пищевой комок и начинается пищеварение.

Пищеварительные железы, слюнные железы, молочные зубы, кариес



1. За что пищеварительная система получила свое название?
2. Что происходит в ротовой полости?
3. О чем свидетельствует зубная боль?



4. Как выгоднее запасать вещества – в виде крупных полимерных молекул или в виде мономеров? Почему?
5. За счет чего можно увеличить площадь поверхности какого-либо органа, не увеличивая его объема? Приведите примеры.
6. Какое яблоко вызовет выделение большего количества слюны – кислое или сладкое? Почему?

Лабораторная работа: Действие ферментов слюны на крахмал

В одну пробирку налейте 1 мл воды, а в другую – 1 мл слюны. В обе пробирки добавьте по 1 мл крахмального клейстера. Встряхните обе пробирки несколько раз и подержите их в руке, чтобы согреть растворы. Добавьте в каждую пробирку 1–2 капли раствора йода. Что произошло? Есть ли разница между пробирками? Почему?

§ 35. ВПЕРЕД, К ЖЕЛУДКУ

Что такое пищеварение?
Из каких частей состоит пищеварительная система?
Что происходит в ротовой полости?
Какую роль в пищеварении играют ферменты?

!! Как удается глотать вверх ногами? Почему желудок не переваривает себя?

Глотаем

Несмотря на то что проглатывание пищи занимает доли секунды, это процесс очень сложный. Как вы помните, в глотку открывается не только ротовая полость, но и отверстия, ведущие в полость носа, и из нее же берут начало пищевод и дыхательные пути. Когда воздух попадает в пищевод, ничего страшного не происходит, а вот кусок пищи в трахее может очень помешать дыханию. Но и пища, и воздух обычно придерживаются предназначенного им пути. Акт глотания в нашем организме происходит бессознательно, и мы не задумываемся о том, какие мышцы и в какой последовательности привести в действие. Когда пищевой комок касается мягкого нёба, основания языка или задней стенки глотки, возбуждается центр глотательного рефлекса в продолговатом мозге. Оттуда сигналы направляются к мышцам полости рта, глотки, гортани и пищевода. Координированное сокращение их мышц проталкивает комок в пищевод. Двигаясь к пищеводу, он пересекает дыхательные пути. Чтобы пища не угодила в них, мягкое нёбо поднимается и прикрывает носоглотку, надгортанник перегораживает вход в гортань. Язык приподнимается и препятствует движению пищевого комка обратно в полость рта, пища попадает в пищевод. Иногда, например, если мы разговариваем во время еды, последовательность действия мышц нарушается и пища попадает в трахею. Срочно включается механизм кашля. «Поперхнулся!» — говорим мы в таких случаях.



1. Механизм глотания.

Покажите на рисунке, что происходит с комком пищи, если человек «поперхнулся».

Что заставляет пищу двигаться по «трубопроводу»?



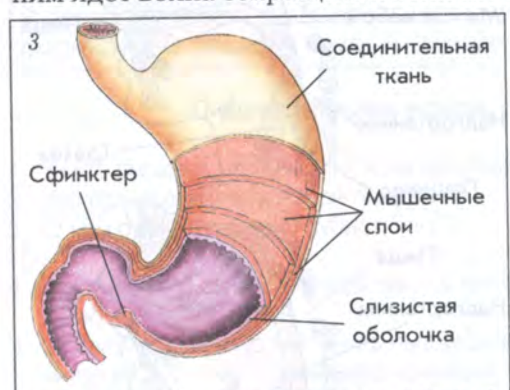
2. Перистальтика пищевода.

Для чего нужна перистальтика пищевода?

Пищевод – это мышечная трубка длиной около 25 см. Нижний ее конец проникает сквозь диафрагму в брюшную полость и здесь переходит в желудок. Движение пищи по пищеводу мы почти не ощущаем. Иногда может показаться, что она просто проваливается в желудок. Однако это неверно, пища проходит пищевод относительно медленно.

В пищеводе мы впервые сталкиваемся с **перистальтикой** – волнообразной мышечной активностью полых внутренних органов – желудка, кишечника, мочеточников и др. Пищеварительный тракт имеет свою мускулатуру. В самом верхнем отделе пищевода это – поперечно-полосатые мышцы, в других отделах пищеварительного тракта – гладкие. Мышцы обеспечивают перемешивание и передвижение пищи по пищеварительному тракту. По полым трубчатым отделам пищеварительной системы пища «продавливается» волнами ритмичного сокращения их стенок. В каждом отделе свой ритм и характер сокращения мышц.

Когда пищевой комок попадает из глотки в пищевод, перед ним проходит волна расслабления кольцевых мышц в направлении желудка, а за ним идет волна сокращения этих же мышц. Волны перистальтики следуют друг за другом непрерывно с определенным ритмом и скоростью. Это позволяет пище двигаться к желудку даже в том случае, если человек стоит на голове.



Мышечная оболочка желудка состоит из трех слоев гладких мышц: внешнего продольного, среднего кругового и внутреннего косого. В нижней части желудка волокна кругового и продольного слоев образуют сфинктер, называемый привратником желудка. Изнутри желудок выстлан слизистой оболочкой.

Мускулистый «контейнер»

Наш пищевой комок из бифштекса с картошкой оказывается в **желудке**, мускулистом мешкообразном органе, который лежит в верхней левой части брюшной полости, непосредственно под диафрагмой.

К верхней части желудка подходит пищевод, а от нижней отходит начальный отдел тонкого кишечника – двенадцатиперстная кишка.

Стенки желудка трехслойные: снаружи они покрыты соедини-

тельной тканью, затем идет мощный мышечный слой, а изнутри его выстилает слизистая оболочка с большим количеством желез. В желудке пища задерживается на несколько часов, и здесь ее накапливается достаточно много, поэтому емкость желудка взрослого человека довольно велика – около 1,5–2 л.

Желудочный сок расщепляет белки пищи

Через 5–8 мин. после поступления пищи железы желудка начинают выделять жидкую бесцветную смесь соляной кислоты, желудочных ферментов и слизи – **желудочный сок**. Ферменты желудка выделяются железами в неактивной форме, активируются они соляной кислотой и действуют только в кислой среде. Кроме того, соляная кислота дезинфицирует пищу. Основной фермент желудочного сока – *пепсин* – расщепляет крупные молекулы белка до более коротких цепей. Кроме пепсина, в желудке есть ферменты, расщепляющие жиры, но они мало активны, а вот фермента, расщепляющего углеводы, в желудочном соке нет.



Если пепсин расщепляет молекулы белка, то что же мешает ему переварить клетки окружающих тканей? Оказывается, железы желудка синтезируют и хранят пепсин в неактивной форме в виде молекул пепсиногена. При взаимодействии с кислым желудочным соком они активизируются и начинают свою разрушительную работу. Тот же механизм используется и в тонком кишечнике, где железы синтезируют неактивную форму белка трипсина – трипсиноген. Он активируется в щелочной среде кишечного сока и начинает расщеплять молекулы белка.

Но пищевой комок пропитывается кислым желудочным соком постепенно, и внутри комка во все еще щелочной среде в течение некоторого времени продолжается действие ферментов слюны и разложение углеводов.

Желудочная слизь плотно обволакивает стенки желудка, защищая их от воздействия соляной кислоты и действия пепсина, то есть от самопереваривания. Между приемами пищи желудочный сок почти не выделяется, и в нем совсем мало соляной кислоты, но как только начинаются приготовления к завтраку или обеду, его выделение усиливается.

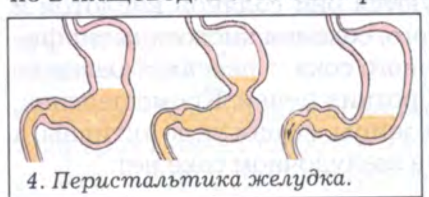


Вырабатывающийся во время еды сок обладает сильнокислой реакцией. Чем плотнее пищевой комок, чем больше в нем белка, тем больше сока выделяют железы желудка, тем дольше пища задерживается в нем. Во время одного приема пищи вырабатывается 600–1200 мл сока.

Пища покидает желудок только тогда, когда ее консистенция становится жидкой или полужидкой. В такой кашице, которую называют химусом, трудно узнать прежние бифштекс с картошкой. Жирная пища задерживается в желудке дольше, чем пища, богатая белками, углеводная – меньше, чем белковая, а жидкости не задерживаются в желудке вовсе. Переваривание в желудке может длиться от 3 до 10 ч.

Движения желудка перемешивают пищу

Стенки пустого желудка несколько напряжены и изредка сокращаются, что связано у нас с ощущением голода. Сразу после приема пищи гладкие мышцы желудка расслабляются и спустя некоторое время начинают совершать перистальтические движения. Это способствует перемешиванию перевариваемой пищи, пропитыванию ее желудочным соком и продвижению ее к тонкому кишечнику. Однако если в желудок попадают вредные для организма вещества, перистальтические движения меняют свое направление и начинают выталкивать пищу обратно в пищевод. Возникает *рвота*.


4. Перистальтика желудка.

В чем сходство и в чем различие перистальтических движений желудка и пищевода? Почему?

На границе желудка и тонкого кишечника расположена кольцевая мышца, открывающая и закрывающая просвет выходного отверстия желудка. Эта мышца, регулирующая просвет трубчатого органа, называется сфинктером. Она периодически открывается и выпускает из желудка небольшие порции химуса. Содержащаяся в нем соляная кислота раздражает слизистую оболочку тонкого кишечника, сфинктер закрывается и вновь открывается только тогда, когда кислота нейтрализуется щелочным соком кишечника.

В желудке действие амилазы слюны прекращается: уж очень кислая там среда. Зато под действием кислоты молекулы белков развернулись – и фермент пепсин начал «разбивать» их на «кирпичики» молекулярных блоков.

Ритмическое волнообразное сокращение мышц пищеварительного тракта перемешивает и продвигает пищу. В желудке начинается активное переваривание белков. Один из важнейших компонентов желудочного сока – соляная кислота.

Перистальтика, желудочный сок



1. Как осуществляется глотание?
2. Что такое перистальтика? Для чего она нужна?
3. Какие вещества расщепляются в желудке?
4. Для чего в желудочном соке присутствует соляная кислота?
5. Почему желудок не переваривает себя?



6. Почему весь пищеварительный тракт представлен относительно тонкой длинной трубкой, а желудок больше похож на мешок?
7. Иногда после еды возникает неприятное ощущение жжения в желудке – изжога. Самый простой способ борьбы с ней – выпить раствор соды. Как вы думаете, отчего возникает это ощущение и почему помогает сода?

§ 36. ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА И ЕЕ ПОМОЩНИКИ



У каких животных есть пищеварительные железы?
Чем отличаются железы внешней и внутренней секреции?
К какой системе органов относится поджелудочная железа?
Что такое фагоцитоз?

!! Пропитанный кислым желудочным соком пищевой комок поступает в двенадцатиперстную кишку. Как нейтрализовать кислоту?

Бифштекс, картошку и салат уже трудно узнать. Некоторое количество белковых молекул уже разобрано на куски, и картофельный крахмал также в некоторой степени раздроблен. А вот жиры, которых в любом мясе довольно много, пока сохранили свою структуру.

И как они помещаются в животе?

И вот химус достиг **тонкого кишечника**. Тонкий кишечник – это длинная трубка, покрытая снаружи соединительной тканью, в которой есть слой гладких мышц и слизистая оболочка. Тонкий кишечник состоит из трех отделов – двенадцатиперстная, *тощая* и *подвздошная кишки*. Поскольку длина тонкого кишечника составляет около 3 м, а толстого – примерно 1,5 м, понятно, что трубка такой длины ни за что бы не поместилась в брюшную полость, если бы не была уложена в петли. Аккуратная укладка обеспечивается складками, на которых желудок и кишечник подвешены, как на гамаках, к стенкам брюшной полости. Они называются **брыжейками**.

Клетки брюшной полости выделяют жидкость, так что ее гладкая поверхность еще и увлажнена. Благодаря этому при перемещениях поверхности соседствующих петель кишечника и других внутренних органов свободно скользят и не повреждаются. По брыжейке к кишечнику подходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы.

Что делать с жирами?

Отдел тонкого кишечника, в который попадает химус из желудка, называется **двенадцатиперстной кишкой**. Эта наиболее широкая часть тонкой кишки получила свое название из-за того, что ее длина примерно равна толщине 12 пальцев (перстов). В двенадцатиперстную кишку впадают протоки двух крупных пищеварительных желез: печени и поджелудочной, лежащих вне пищеварительного канала. Задача, которую им необходимо решить в первую очередь, – нейтрализовать кислоту, полученную вместе с химусом из желудка. В двенадцатиперстной кишке на кислую массу изливаются три сока: щелочные секреты под-



1. Двенадцатиперстная кишка, печень и поджелудочная железа.

Какая из двух пищеварительных желез экзокринная?

желудочной железы, печени и кишечных желез. Они изменяют кислую среду химуса на нейтральную или даже слабощелочную. Именно в таких условиях активируются ферменты поджелудочной железы, играющие одну из главных ролей в пищеварении.

Поджелудочная железа

Мы уже знакомы с **поджелудочной железой**. Это железа смешанной секреции. Одни ее секреторные клетки выделяют гормоны, а другие – пищеварительный сок. Он поступает из поджелудочной железы в двенадцатиперстную кишку по протоку.

Ферменты поджелудочной железы играют ключевую роль в переваривании белков, жиров и углеводов. Они продолжают расщеплять пищевые молекулы не только в двенадцатиперстной кишке, но и в других отделах тонкого кишечника.

Трипсин и химотрипсин «руководят» разборкой молекул белков, а амилаза поджелудочной железы расщепляет углеводы. В соке этой железы содержится еще фермент липаза, расщепляющий жиры, однако расщепление жиров невозможно без желчи – продукта деятельности печени.

Истекающая желчью

Печень – самая крупная железа человеческого тела; она весит около 1,5 кг. Ее роль в процессе пищеварения состоит в том, что она вырабатывает **желчь** – сложный секрет, который способствует расщеплению жиров. Действие желчи по смыслу аналогично работе зубов – она разбивает крупные жировые скопления на мелкие частички, и поверхность, доступная для обработки ферментами, существенно увеличивается. Желчь превращает жиры в эмульсию – мелкие капельки, взвешенные в водной среде. С подобной эмульсией вы сталкиваетесь каждый день, выпивая на завтрак стакан молока. Молоко – это тоже капельки жира, взвешенные в воде. Желчь не только эмульгирует жиры, но и способствует их всасыванию, а также усиливает перистальтику кишечника.

Образование желчи происходит непрерывно, а выделяется она в кишечник только во время пищеварения, поэтому желчь накапливается в **желчном пузыре.** Для того чтобы небольшой по объему желчный пузырь мог вместить всю синтезированную желчь, она концентрируется

за счет всасывания воды стенками пузыря. После начала приема пищи желчь начинает поступать в двенадцатиперстную кишку сначала из желчного пузыря, а затем непосредственно из печени. За сутки выделяется 500–1500 мл желчи.



Желчь окрашена желчными пигментами: билирубином (красного цвета) и биливердином (зеленого цвета). Они представляют собой конечные продукты распада гемоглобина. При поражении клеток печени (например, при инфекционном гепатите), закупорке желчных протоков камнями или опухолью в крови накапливаются желчные пигменты и появляется желтая окраска наружной оболочки глазного яблока (склеры) и кожи.

У печени есть две системы кровоснабжения. Одна из них – артериальная – несет печени кислород и питательные вещества, как и во все другие органы. О второй мы уже упоминали, это воротная система печени: воротная вена, несущая богатую питательными веществами, но бедную кислородом кровь от кишечника, вместо того, чтобы направляться к сердцу, заходит в печень и распадается на капилляры.



Под микроскопом видно, что печень состоит из огромного количества долек – крохотных цилиндрических образований печеночной ткани, расположенных вокруг центральной дольковой вены. Оба сосуда – печеночная артерия и воротная вена – делятся на все более мелкие сосуды. Они ветвятся между дольками, окружают каждую и, распадаясь на капилляры, входят в них. Капилляры обеих систем сливаются, и кровь поступает в центральную вену дольки, а затем в печеночные вены, несущие кровь к сердцу.

Дольковая вена
Клетки печени
Артерия
Вена
Желчный проток

2. Строение печеночной дольки.

В стенках капилляров есть специальные клетки, способные к фагоцитозу. Они очищают кровь от микроорганизмов и инородных частиц. Клетки печени задерживают токсичные вещества, расщепляют их до безвредных продуктов и выводят вместе с желчью обратно в кишечник. Так, например, именно в печени образуется мочевина – безопасный продукт разрушения белков. Таким образом, кровь, получив питательные вещества из кишечника, проходит через мощный очищающий фильтр. Каждую минуту почти четверть всей крови человека пропускается через печень.

Функции печени не ограничиваются производством желчи и очищением крови – они более многообразны, а роль печени в обмене веществ более существенна, чем какого-либо другого органа. Например, печень

принимает участие в поддержании постоянства глюкозы в крови. Печень забирает ее излишки и превращает их в нерастворимый животный крахмал – *гликоген*. При недостатке глюкозы в крови печень расщепляет гликоген и насыщает кровь растворимыми сахарами.

Гепатиты

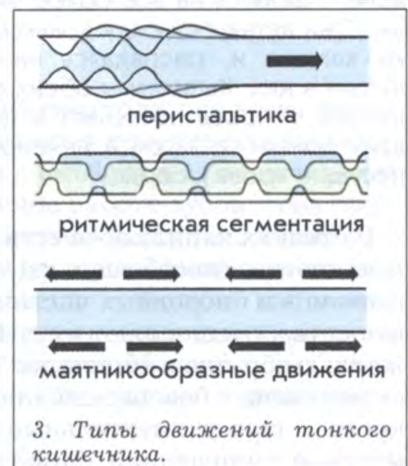


В настоящее время часто встречаются опасные заболевания печени – гепатиты – воспаления печеночных клеток. Гепатиты бывают вирусные и токсические. Вирусные гепатиты относятся к категории наиболее опасных и распространенных инфекционных заболеваний. Вирусы гепатитов размножаются очень быстро и удивительно живучи: вне организма при комнатной температуре они активны до одного года, а на холоде – до четырех лет. Токсический гепатит развивается при действии на печень некоторых химических соединений, например алкоголя. Наиболее показательный симптом при болезни печени и желчного пузыря – желтая окраска склеры, кожи и слизистых оболочек, связанная с накапливанием в тканях желчных пигментов, проявляется при гепатитах – желтухах. Гепатиты сильно поражают клетки печени, и восстановление ее нормальной работы может длиться в течение нескольких лет.

Готовим, помешивая

В двенадцатиперстной кишке пищу подщелочили, желчь эмульгировала жиры, и ферменты начали отщеплять от них жирные кислоты. Амилаза поджелудочной железы завершает расщепление углеводов. Трипсин и химотрипсин отщепляют отдельные аминокислоты от коротких цепей, которые когда-то были белками. Жирные кислоты, простые сахара и аминокислоты начали всасываться.

Все ферменты уже выделены в химус и активно действуют. Теперь эффективность этого процесса зависит от того, насколько равномерно распределены ферменты между пищевыми частицами. Перистальтические движения в кишечнике не ограничиваются волнообразными сужениями и расслаблениями, продвигающими пищу вперед. Теперь в разных участках кишечника образуются то глубокие поперечные перехваты, то кишечная стенка начинает двигаться относительно содержимого кишки. Такие движения способствуют лучшему растиранию химуса, перемешиванию его с пищеварительными соками и контакту со стенкой кишечника для пищеварения.



3. Типы движений тонкого кишечника.

В чем отличие движений тонкого кишечника от движений пищевода и желудка?

В двенадцатиперстную кишку поступают сок поджелудочной железы и желчь. Расщепление белков и углеводов продолжается, начинается расщепление жиров. Печень продуцирует желчь и очищает всосавшиеся в кровь вещества от токсинов.

Пищеварительные железы – печень и поджелудочная железа, желчный пузырь, желчь



1. Почему двенадцатиперстную кишку выделяют как самостоятельный отдел тонкого кишечника? Что там происходит?
2. Какова роль поджелудочной железы в пищеварении?
3. Какова роль печени в пищеварении?
4. Отчего так высока двигательная активность тонкого кишечника?



5. Как вы думаете, почему некоторые лекарственные препараты можно только вводить в кровь, а не давать их больному так же, как пищу?
6. Почему таблетки некоторых лекарственных препаратов рекомендуют рассасывать во рту, а другие – глотать целиком?
7. Желчь животных используют как лекарственный препарат. Как вы думаете, при каких заболеваниях и как можно его применять?

§ 37. КАК ПИТАТЕЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПОПАДАЮТ В КЛЕТКИ?



Что происходит в двенадцатиперстной кишке?
Во что превращается пища в тонком кишечнике?
Где происходит разложение пищи, а где – синтез новых органических веществ?



Куда в конце концов попадут бифштекс, картошка и овощной салат?

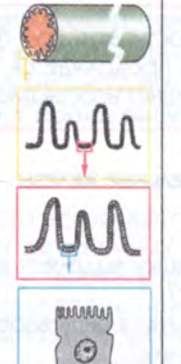


Наконец-то поглощаем

Процесс транспорта переваренных пищевых веществ из полости желудочно-кишечного тракта в кровь, лимфу и межклеточное пространство называется **всасыванием**. Оно осуществляется на протяжении всего пищеварительного тракта, но в каждом отделе имеются свои особенности.

Всасывание некоторых веществ начинается уже в ротовой полости, хотя и незначительное, так как пища там не задерживается, затем оно идет в желудке, но главное место всасывания – тонкий кишечник.

Эффективность всасывания находится в прямой зависимости от площади поверхности, контактирующей с химусом. Следовательно, при длине тонкого кишечника около 3 м у взрослого человека общая



Отрезок тонкой кишки длиной 1 м. Площадь поверхности такого цилиндра – около 0,1 м^2.

Круговые складки эпителия кишки увеличат площадь всасывающей поверхности в 3 раза.

С учетом ворсинок эпителия площадь всасывания возрастет еще в 10 раз.

И наконец, микроворсинки увеличат площадь еще в 20 раз.

Площадь всасывания метрового отрезка кишки – 60 м^2.

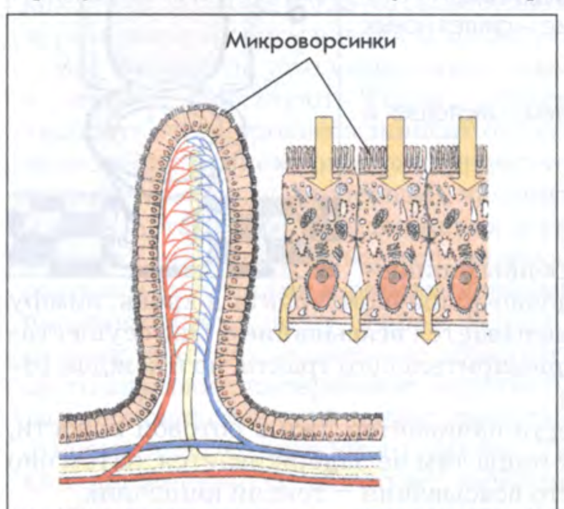
1. Схема увеличения площади внутренней поверхности кишечника.

За счет чего и почему увеличивается площадь внутренней поверхности тонкого кишечника?

площадь его слизистой оболочки составляет примерно 200 м^2. Она сплошь покрыта микроскопическими выростами – **ворсинками** и даже выглядит бархатистой. Кроме того, поверхность каждой клетки кишечного эпителия, обращенная в просвет кишечника, покрывают множество *микроворсинок*.

Каждая ворсинка оснащена мышечными волокнами, в нее входят кровеносный и лимфатический капилляры и нервное окончание. Ворсинки кишечника в течение всего процесса пищеварения постоянно сокращаются и расслабляются, благодаря чему они все время соприкасаются с новыми порциями перевариваемой пищи.

Всасывание происходит как за счет диффузии, так и за счет активного транспорта веществ через мембраны клеток с затратой энергии. Продукты всасывания поступают в кровеносные и лимфатические капилляры. При этом элементарные блоки сахаров и белков (глюкоза и аминокислоты) всасываются в кровь, а затем направляются через воротную вену к печени, которая их накапливает и распределяет между органами. Элементарные блоки жиров (жирные кислоты и глицерин) поступают в клетки эпителия кишечника, где образуются свойственные организму жиры. Они попадают сначала в лимфу и уже оттуда – в кровеносную систему. Всасывание происходит постепенно, по мере продвижения химуса по тонкому кишечнику.



2. Строение ворсинки и эпителиальных клеток кишечника (стрелками показан путь питательных веществ).

Пристеночное пищеварение – последний этап пищеварения и первый этап всасывания

До поступления в двенадцатиперстную кишку пищеварение шло в ротовой полости и полости желудка на значительном расстоянии от их стенок. Такое пищеварение называется полостным. Русский ученый А. М. Уголев установил, что в тонком кишечнике, помимо обработки пищи ферментами в полости кишки, важную роль играют процессы расщепления сложных веществ на самой поверхности клеток слизистой оболочки стенки кишки. Это пристеночное, или мембранное, пищеварение происходит с участием ферментов, «сидящих» на клеточной мембране, и заканчивается всасыванием питательных веществ через стенки кишечника и сосудов в кровь или лимфу. Полостное пищеварение эффективно для разделения больших молекул на куски, а пристеночное – для дробления этих кусков на «кирпичики», пригодные для транспорта во внутреннюю среду. К пристеночному пищеварению «допускаются» лишь частицы, размер которых меньше расстояния между соседними ворсинками.

Кто съест бифштекс, картошку и овощной салат?

Итак, продукты переваривания всасываются в кровь. Жиры, свойственные человеку, формируются уже в клетках кишечного эпителия. Далее жиры вместе со строительными блоками углеводов (простые сахара) и белков (аминокислоты) кровь и лимфа разнесут по всему организму. Из капилляров они попадут в клетки. Там часть жиров и строительных блоков будут разрушены, а выделившаяся энергия будет запасена в АТФ. Другая часть блоков пойдет на строительство белков и углеводов, свойственных человеку. В клетках наш обед наконец найдет полезное употребление.

Забираем оставшееся и выбрасываем ненужное

В правом нижнем углу брюшной полости подвздошная кишка впадает в **толстую**, несколько отступив от ее конца. Конец толстой кишки образует **слепую кишку** – тупик кишечника. От нее отходит червеобразный отросток длиной 8–15 см – **аппендикс.** Под слизистым слоем стенок этого органа расположены скопления лимфатической ткани, что говорит о принадлежности аппендикса к защитным системам организма. Иногда он воспаляется, это заболевание называется аппендицитом.

В толстую кишку поступает оставшаяся непереваренной пища. В этом отделе кишечника находится огромное количество бактерий, называемых **бактериальной**, или **кишечной, флорой**. Они помогают организму получить дополнительные питательные вещества, так как расщепляют растительную клетчатку и синтезируют некоторые витамины. У новорожденных содержимое толстого кишечника стерильно, но этот отдел заселяется кишечной флорой в течение первых меся-



3. Толстый кишечник, аппендикс (а).

Почему толстый кишечник «толще» тонкого?

цев жизни. У здорового взрослого человека двенадцатиперстная кишка практически никогда не содержит бактерий, в верхних отделах тонкого кишечника их немного, значительно больше в нижних отделах, а в толстом кишечнике всегда присутствует бактериальная флора.

Теперь необходимо, не допуская расточительности, забрать из химуса воду с растворенными в ней минеральными солями и сформировать каловые массы. Эпителий толстого кишечника не имеет микроворсинок, железы выделяют мало ферментов, но много слизи, облегчающей продвижение непереваренных остатков по кишке.

Перистальтические движения толстого кишечника примерно такие же, как и у тонкого. Они перемешивают его содержимое, вода равномерно всасывается, и пищевая кашица превращается в плотные каловые массы. Регулярно по всему толстому кишечнику проходят мощные волны сокращения. Такие движения часто наблюдаются после еды. Они изгоняют каловые массы в конечный отрезок толстой кишки – **прямую кишку**. Это короткая прямая трубка, которая заканчивается анальным отверстием, окруженным двумя кольцами мускулов-сфинктеров. Работой первого сфинктера мы управлять не можем, а работа второго находится под контролем нашего сознания – мы можем произвольно расслаблять и напрягать его. Опорожнение прямой кишки – *дефекация* – рефлекторный акт, которому способствуют сокращения диафрагмы и мышц стенки живота.

Пища идет через кишечник достаточно долго – в течение 24–36 ч., и это позволяет нашим клеткам получать свежие порции питательных веществ практически бесперебойно, несмотря на то что иногда перерывы в еде могут быть достаточно продолжительными.

Пищевые отравления

Использование недоброкачественных продуктов, незнакомых грибов и плодов может вызвать боли в животе, рвоту, понос, головную боль, головокружение и даже обмороки. Тогда говорят о пищевом отравлении. В этом случае необходимо дать больному 1–2 л теплой воды и вызвать рвоту, а затем надо приложить грелку к рукам и ногам, давать обильное горячее питье и обязательно вызвать врача.

Очень опасен для человека токсин ботулин, который вырабатывается одним из видов бактерий при отсутствии кислорода. Эти бактерии

могут размножаться в больших кусках рыбы, ветчины и особенно в некачественных консервах. Ботулин полностью разрушается при кипячении в течение 15 мин. Поэтому если крышка консервной банки вздута, ее содержимое нужно обязательно прокипятить, а лучше совсем не употреблять в пищу.

Кишечные инфекции

В пищеварительный тракт могут попадать болезнетворные микробы вместе с недоброкачественной, плохо обработанной, непромытой пищей, а также с грязных рук. Переносчиками возбудителей заболеваний могут быть мухи и тараканы. Часть бактерий обезвреживается еще в ротовой полости под действием слюны или разрушается желудочным соком и желчью. Однако некоторые более устойчивые микроорганизмы, попадая в кишечник, начинают интенсивно размножаться, вызывая такие инфекционные заболевания, как брюшной тиф, дизентерия, холера и др. Яды, выделяемые бактериями, отравляют организм. Воспаление толстого кишечника приводит к нарушению всасывания в нем воды, что приводит к поносу.

Гельминтозы

Некоторые организмы не прочь воспользоваться плодами деятельности нашей пищеварительной системы. Гельминты, или глисты, паразитируют и в кишечнике человека. Употребление непрожаренной рыбы, мяса, плохо вымытых овощей и фруктов может привести к заражению паразитическими червями, то есть глистным заболеваниям, или гельминтозам. При гельминтозах снижается вес, наблюдается общее недомогание, тошнота, отеки. При сильных глистных заражениях может возникать недостаток витаминов, так как паразиты поглощают большую их часть.



4. Гельминты.

В тонком кишечнике завершается обработка ферментами веществ, которые не так давно были картошкой, бифштексом и овощным салатом. Все, что получилось в результате этой обработки, активно всасывается в кровь. До толстого кишечника добралась в основном лишь клетчатка овощей да некоторые минеральные соли.
В тонком кишечнике идут процессы всасывания в кровь пищи, «разобранной» до молекулярных блоков. В толстом кишечнике всасывается в основном вода и формируются каловые массы. Для предупреждения кишечных заболеваний необходимо следить за чистотой своих рук, тщательно мыть овощи и фрукты, держать еду закрытой, уничтожать тараканов и мух, не пить сырую воду, не есть непрожаренные рыбу и мясо.

Аппендикс, кишечная (бактериальная) флора



1. Где и как происходит всасывание питательных веществ из пищи?
2. Куда попадают в конце концов полезные вещества из пищи?
3. Где всасывается вода из пищи?
4. Для чего нам необходимы бактерии-симбионты?



5. Выполнение каких правил поможет не отравиться и не заразиться?
6. Чем отличается пищеварение в желудке и в кишечнике?

§ 38. ЧТОБЫ ЖИТЬ – НАДО ЕСТЬ



Каковы функции жиров, белков и углеводов в организме?
Из каких процессов складывается питание организма?



Всегда ли вкусное – полезно?



Итак, съеденный обед разобран в пищеварительном тракте на небольшие молекулы. Что же происходит с ним дальше?

Строительные материалы

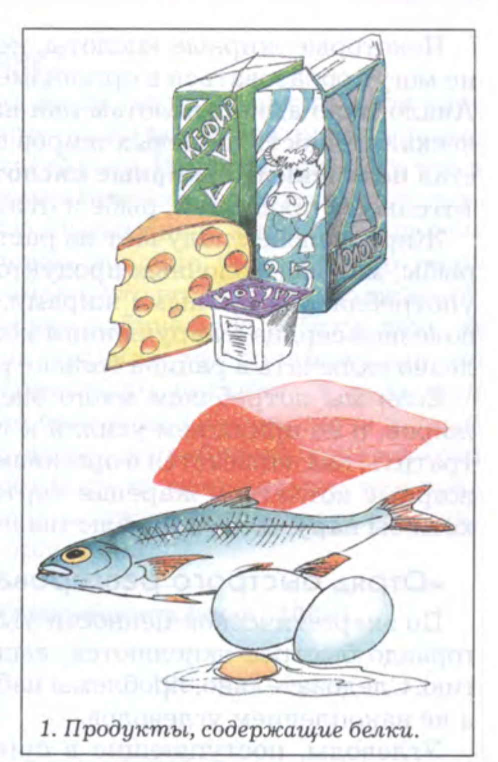
Продукты распада белков – аминокислоты поступают в кровь и разносятся по всем органам и тканям. Аминокислоты необходимы для синтеза белков в процессах восстановления разрушенных структур клеток и тканей, роста организма, увеличения его биомассы (белковых компонентов тканей и клеток) в процессе роста, производства ферментов и гормонов и т.д. Не использованные в этих процессах аминокислоты распадаются. От них отделяется азот, который выводится из организма с мочой. Остаток аминокислоты в конечном счете превращается в глюкозу.

В отличие от сахаров и жиров белки не накапливаются в организме. Все они входят в структуру клеточных элементов тканей и жидкостей. При отсутствии регулярного притока аминокислот начинают разрушаться клетки и ткани организма. Это – признаки **«белкового голодания».** Поэтому недостаточность белков может быть причиной повышенной восприимчивости к инфекционным заболеваниям, снижения кроветворения, задержки развития растущего организма, нарушения деятельности нервной системы и других систем органов, замедления восстановления клеток после заболеваний.

Большинство аминокислот синтезируются в нашем организме в значительном количестве, независимо от поступления их с белками пищи. Эти **аминокислоты** называются **заменимыми**. Конечно, если такие аминокислоты поступают в достаточном количестве, организм не синтезирует их, сберегая энергию на «сборке».

Однако есть и **незаменимые аминокислоты**, которые могут быть получены только с пищей. Белковые пищевые продукты, содержащие полный набор незаменимых аминокислот, называют **полноценными**.

Но необходимо помнить, что даже в полноценных пищевых продуктах белки могут быть трудны или недоступны для переваривания. Значит, правильнее говорить о высокой и низкой биологической ценности белковых продуктов. Мясо, рыба, яйца, молочные продукты – источники белков высокой биологической ценности. Они содержат все незаменимые аминокислоты и хорошо усваиваются. Горох, фасоль, чечевица, орехи и грибы содержат много белков, но они плохо перевариваются, и поэтому их биологическая ценность низка. Ее может повысить грамотное приготовление блюд из этих продуктов.



1. Продукты, содержащие белки.

Обратитесь к таблице на стр. 27 и выясните, какие из этих продуктов содержат наибольшее количество белков.

Энергия про запас

Вы уже знаете, что липиды необходимы для строительства клеточных мембран, а значит – новых клеток. Кроме того, жир – это компактно упакованный концентрат энергии. Количество энергии, освобождающейся при окислительном распаде жиров, более чем в два раза превышает количество энергии, выделяющейся при окислении белков и углеводов.

Жир может откладываться «про запас» при избыточном поступлении пищи. Избыток аминокислот превращается в глюкозу, а вся избыточная глюкоза, в свою очередь, – в жировые отложения. Жировые депо – это подкожная клетчатка и складки брюшины.



2. Продукты, содержащие жиры.

В каких продуктах содержание жиров выше, чем в других? Содержит ли жир постное мясо? Жиры из каких продуктов наиболее полезны для здоровья?

Некоторые жирные кислоты, необходимые для жизнедеятельности, не могут образоваться в организме человека из других жирных кислот. Аналогично аминокислотам они называются незаменимыми. Биологическая ценность пищевых жиров определяется тем, входят ли в их состав **незаменимые жирные кислоты**. Они в избытке содержатся в растительных продуктах, рыбе и птице.

Жиры человек получает из растительного и сливочного масла, мяса, рыбы, молока, молочных продуктов и яиц. Врачи не рекомендуют злоупотреблять животными жирами, так как они способствуют развитию болезней сердца и нарушениям мозгового кровообращения, поэтому полезно включать в рацион больше растительных жиров.

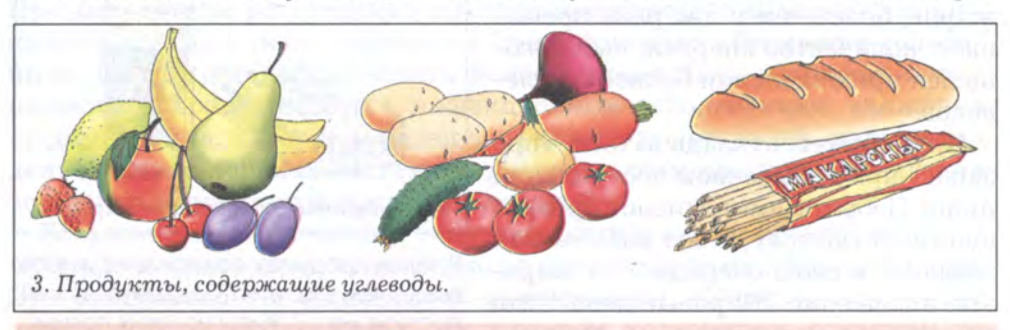
Если мы потребляем много энергетически ценной пищи, например жиров, и не прилагаем усилий к тому, чтобы полученную энергию истратить, она запасается в организме. Все съеденные пирожные и торты, жирные котлеты и жареная картошка остаются с нами надолго, если хотя бы пару часов в неделю мы не проводим на спортплощадке.

«Отряд быстрого реагирования»

По энергетической ценности углеводы уступают жирам. Однако они гораздо быстрее окисляются, выделяя необходимую организму энергию. Следовательно, проблемы избыточного веса связаны с ожирением, а не накоплением углеводов.

Углеводы, поступающие в организм с пищей, в относительно небольших количествах (если сравнивать с жировыми запасами) могут откладываться в печени и мышцах в виде гликогена. Он служит дополнительным «быстрым» источником энергии, который расходуется организмом при эмоциональных или физических перегрузках, стрессовых состояниях, травмах, инфекционных и других заболеваниях.

Различные пищевые продукты содержат разное количество углеводов. Больше всего углеводов в хлебе и других мучных продуктах, в бобах, картофеле, меньше – в молоке, овощах, совсем нет – в мясе. Помните: излишки углеводов также могут откладываться в виде жира!



3. Продукты, содержащие углеводы.

В каких продуктах содержание углеводов выше, чем в других?

Что такое рациональное питание?

Еда для нас приятна. Не только вид пищи, но даже мысли о еде иногда поддерживают нас в трудные минуты. Недаром все значительные события нашей жизни мы отмечаем застольем. Но, несмотря на то что в наше время модно говорить о правильном питании, мало кто задумывается о том, что это такое на самом деле. Подвижный, а тем более растущий человек, часто бывающий на свежем воздухе, тратит много энергии, и ему нужно ее восполнять. Очевидно, что его питание должно отличаться от питания человека, ведущего кабинетную работу, день за днем проводящего в помещении. Как правило, мы понимаем это, но часто забываем о необходимости грамотного питания. А ведь при правильном питании человек меньше болеет, а заболев, легче выздоравливает. Грамотно составленный набор потребляемых человеком продуктов – **пищевой рацион** – может быть не менее важен, чем правильно подобранные лекарства. Питание должно обеспечивать слаженную работу и гармоничное развитие организма.

Продукты	Калорийность (ккал/100 г)
Хлеб ржаной	190
Хлеб пшеничный	220
Крупа гречневая	329
Сахар-рафинад	375
Масло сливочное	748
Масло подсолн.	899
Мясо (говядина)	187
Молоко	58
Кефир	59
Мороженое	226
Рыба	115
Картофель	83
Морковь	33
Яблоки	45
Апельсины	38
Грибы белые	25

Подберите дневной рацион для спортсмена на сборах и, например, авторов этого учебника. Учтите, что при большой физической нагрузке взрослому человеку требуется до 6 тыс. килокалорий в сутки, а при малой нагрузке – 2500 килокалорий. Какими продуктами автор учебника не должен злоупотреблять?

Что же определяет качество питания? Прежде всего качество пищи, соотношение в ней белков, жиров и углеводов. Именно они обеспечивают организм стройматериалами и энергией. Количество энергии, запасаемой при усвоении того или иного пищевого продукта, называется калорийностью этого продукта. Чем калорийнее продукты, которые мы едим, тем больше мы должны двигаться.

Пища должна содержать и так называемые балластные вещества. Это прежде всего жесткие растительные волокна, клетчатка. Балластными их называют потому, что перевариваются они в незначительных количествах. В то же время эти вещества служат необходимой средой для развития и жизнедеятельности полезных микроорганизмов в кишечном канале и благодаря своей жесткости раздражают кишечную стенку, стимулируют рефлексы, необходимые для регуляции пищеварения. Богатые клетчаткой сырые овощи и фрукты должны обязательно присутствовать в рационе, тем более что они содержат, как правило, не только балластные вещества, но и совершенно необходимые для существования нашего организма витамины и микроэлементы.

Наверное, самое важное, что необходимо сказать, – нельзя грамотно составить рацион не только для нескольких человек (ведь у каждого свои особенности), но и для себя самого раз и навсегда. Условия жизни непрерывно меняются: сегодня вы здоровы, завтра – заболели. Растущему ребенку нужна одна диета, взрослому – другая. Когда вы молоды, вы можете позволить себе больше – обмен веществ вашего организма интенсивен, с годами энергии вам потребуется меньше. Но и люди одного возраста сильно отличаются друг от друга. Кто-то ест много и мечтает потолстеть, другой, даже сильно ограничивая себя в еде, не может избавиться от запасов жира. Очевидно, что единой диеты «для всех» быть не может. Свой собственный индивидуальный рацион нужно составлять вдумчиво, советуясь с врачом-диетологом.

Зачем тратить время на приготовление пищи?

В отличие от животных человек использует для питания многие природные продукты только после предварительной кулинарной обработки. Пищу варят, жарят, пекут. Это делает ее не только вкуснее, но и более доступной перевариванию. Известно, например, что крахмал, который содержится в большинстве пищевых продуктов, в сыром виде почти не расщепляется в ротовой полости и желудке, он лишь частично переваривается поджелудочным и кишечным соками. Вареный же крахмал легко расщепляется ферментами слюны. Мясо полезно и вкусно. Но при наших слабых зубах его без приготовления не разжуешь.

Жиры используются для строительства мембран клеток. Они же – стратегический запас организма, так как обладают высокой калорийностью, медленнее накапливаются и расходуются. Углеводы менее калорийны. Это – тактический запас организма: они быстрее накапливаются и расходуются. Белки не запасаются, а используются как строительный материал и биологически активные вещества.

Полноценная пища должна быть разнообразной и включать белки, жиры и углеводы. Особенно надо следить, чтобы пища содержала незаменимые аминокислоты и жирные кислоты. Рацион человека должен составляться с учетом его возраста, активности, здоровья.

Незаменимые аминокислоты, незаменимые жирные кислоты, пищевой рацион



1. Какие вещества обеспечивают организм строительными материалами?
2. Какие вещества обеспечивают организм энергией?
3. Какие вещества организм запасает и для чего?
4. Что кроме калорийности составляет пищевую ценность продуктов?



5. Как необходимо изменить рацион человека, потерявшего в результате травмы часть печени?
6. Можно ли обнаружить растительное масло среди запасенных человеком жировых отложений? Если нет, то зачем оно употребляется?
7. Связаны ли между собой следующие факты: люди используют соль и специи для консервации продуктов; люди, живущие в жарком климате, любят острую пищу?

§ 39. МАЛ ЗОЛОТНИК, ДА ДОРОГ



Что такое ферменты и какова их роль?
Какова роль минеральных веществ в жизни клеток и организма?

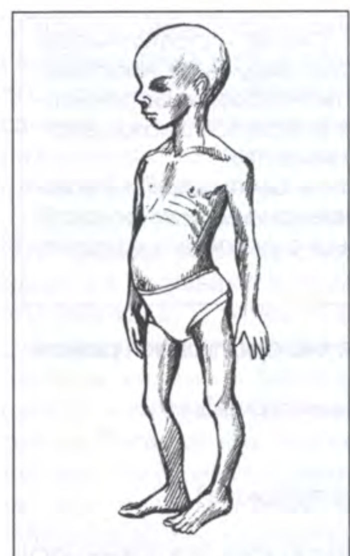


Почему мало есть досыта?



Витамины – важнейший компонент ферментов

В 1880 году русский врач и биохимик Николай Иванович Лунин показал, что крысы, которых кормят пищей, искусственно составленной из белков, жиров и углеводов, смешанных в нужной пропорции, погибают. Так было установлено, что естественная пища обычно содержит еще какие-то вещества, необходимые для жизни. Польский ученый К. Функ в 1912 году предложил назвать эти вещества «витаминами». Долгое время химическое строение этих веществ



1. Ребенок, больной рахитом, возникшим в результате недостатка витамина D.

оставалось неизвестным, и их обозначали буквами латинского алфавита: А, В, С, D, Е, К. Сейчас химическое строение большинства витаминов изучено, и у них есть новые «имена», но старые названия по-прежнему употребляются.

Витамины — это органические вещества различной химической природы, необходимые для жизни организма в очень небольших количествах (от нескольких микрограммов до нескольких миллиграммов в сутки). В отличие от всех других жизненно важных пищевых веществ витамины не используются в «строительстве» организма и в качестве источников энергии. Их молекулы входят в состав некоторых ферментов. Мы уже говорили о том, что все ферменты — белки. Но некоторые ферменты, например пепсин, состоят только из белка, а другие — из двух компонентов, один их которых — белок, а второй — органическая молекула меньшей величины. Без этой молекулы фермент работать не может. Такие молекулы называются коферментами, и очень часто в их состав входят витамины. Поэтому ясно, что, хотя витамины необходимы нам в небольших количествах, их потеря или недостаток повлечет за собой существенные нарушения в работе ферментов и, следовательно, обмене веществ, а вслед за этим заболевания, порою даже смертельные. Рахит, цинга, пеллагра, бери-бери и другие тяжелые недуги, от которых умирало множество людей, оказались следствием почти полного отсутствия какого-либо витамина в организме. Такое состояние называют **авитаминозом**. В том случае, когда один или несколько витаминов поступает с пищей в недостаточном количестве, возникает быстрая утомляемость, нарушение концентрации внимания, головокружения, головные боли и т.д.

Витамины бывают водорастворимые и жирорастворимые. Водорастворимые включают витамин С и витамины группы В: тиамин, рибофлавин, пантотеновая кислота, B_6, B_{12}, ниацин, биотин. Жирорастворимые витамины — A, E, D и К поступают в наш организм с жирами.

Большинство витаминов мы получаем с пищей

Большинство витаминов не синтезируются организмом человека, но некоторые из них — биотин, пантотеновая кислота, B_{12} и К — синтезируются бактериями кишечника в количествах, достаточных для того, чтобы удовлетворить нормальные потребности человека. Другие витамины мы должны получать с пищей. Индивидуальные потребности людей

в определенных витаминах могут значительно меняться в зависимости от активности микроорганизмов желудочно-кишечного тракта, типа рациона. Например, потребность в пиридоксине возрастает с увеличением содержания белка в пище, так как он входит в состав ферментов, отвечающих за обмен аминокислот. Значительная часть водорастворимых витаминов должна регулярно поступать с пищей, поскольку эти витамины сравнительно быстро выводятся из организма или разрушаются в ходе обмена веществ. При потреблении чрезмерных количеств большинства водорастворимых витаминов их избыток, превышающий ежедневные потребности, просто выводится из организма. Жирорастворимые витамины, особенно A и D, накапливаются в организме, и их избыточное потребление может привести к заболеванию – **гипервитаминозу**.

Недостаток или избыток витаминов – причина болезней

Злоупотребление витаминами небезвредно, они могут и помогать, и вредить, всему нужно знать меру и не всегда верить рекламе. Здоровому человеку лучше обходиться разнообразной пищей, а больному врач назначит необходимые витаминные комплексы.

Поближе вы сможете познакомиться с витаминами, изучив таблицу «Витамины». Попробуйте ответить на вопросы:

1) Отчего в XIX веке богатые китайцы, питавшиеся очищенным рисом, страдали от болезни бери-бери?

2) Почему редко возникает нехватка витамина B_6?

3) Почему витамин C особенно настоятельно рекомендуют брать с собой полярникам?

4) Зачем в период эпидемии гриппа рекомендуют регулярно употреблять аскорбиновую кислоту?

5) Почему полезнее есть с маслом или сметаной?

Грамм – это много, а миллиграмм – достаточно

Некоторые вещества необходимы нашему организму, но в очень небольших количествах. Это минеральные соли, содержащие такие элементы, как, например, кальций, нужный для построения костной ткани, свертывания крови, нормальной работы нервной системы, а также натрий, калий и т.д. Они поступают в организм в виде растворимых солей и их можно разделить на два класса: макроэлементы и микроэлементы. **Макроэлементы** – это кальций, магний, натрий, калий, фосфор, сера, хлор. Они требуются организму в достаточно больших количествах – несколько граммов в сутки – и, как правило, участвуют в выполнении различных функций. Например, кальций не только является составной частью неорганического вещества костей, но и играет важную регуляторную роль в реакциях, идущих в цитоплазме клеток.

Таблица 4

Витамины

Название витамина	Основные источники	Функция в организме	Симптомы авитаминоза
Жирорастворимые			
A (ретинол)	Рыбий жир, печень, молочные продукты, морковь, шпинат.	Участвует в образовании зрительных пигментов, развитии эпителиальной и костной ткани.	Светобоязнь, сухая, неэластичная, бледная, бесцветная кожа, шелушение кожи лица, угри.
D (кальциферол)	Рыбий жир, яичный белок, молочные продукты. Образуется в коже под действием солнечного света.	Регулирует минеральный обмен (соотношение кальция и фосфора), влияет на костеобразование.	Рахит – нарушение роста костей у детей. У взрослых может провоцировать отложение кальция на стенках кровеносных сосудов, в тканях печени, легких, почек и желудка.
E (токоферол)	Растительные масла, зародыши пшеницы, соевые бобы, листовая зелень.	Стимулирует деятельность половых желез, предотвращает отложение атеросклеротических бляшек в сосудах, благоприятно влияет на периферическое кровообращение.	Головокружение, быстрая утомляемость, общая слабость, медленное заживление ран, кровоточивость десен, нарушение деятельности половых желез.
K (филлохинон)	Крапива, капуста, шпинат. Синтезируется бактериями в кишечнике.	Важнейший фактор свертывания крови.	Пониженная свертываемость крови.

Название витамина	Основные источники	Функция в организме	Симптомы авитаминоза
Водорастворимые			
B_1 (тиамин)	Дрожжи, хлебопродукты из муки грубого помола, горох, нежирная свинина.	Необходим в углеводном обмене, регулирует нервную систему.	Потеря аппетита, расстройство пищеварения, онемение рук и ног. Крайняя степень авитаминоза – болезнь **бери-бери:** истощение и слабость мышц, паралич.
B_2 (рибофлавин)	Яйца, сыр, молоко, кисломолочные продукты, мясо.	Принимает участие в процессах роста, регулирует состояние нервной системы.	Потрескавшиеся уголки рта, выпадение волос, слезоточивость, воспаление конъюнктивы глаз.
B_3 (PP, никотиновая кислота)	Печень, нежирное мясо, рисовые отруби, проростки пшеницы, дрожжи, груши, персики, томаты.	Нормализует углеводный и белковый обмен. Снижает уровень холестерина. Влияет на синтез половых гормонов, тироксина, инсулина.	Крайняя степень авитаминоза – болезнь **пеллагра:** разъедающие язвы, депрессия, понос, головокружение, быстрая утомляемость, слабоумие.
B_6 (пиридоксин)	Во многих видах пищи. Вырабатывается бактериями кишечника.	Усвоение белков и жиров, обмен азота, участвует в синтезе нейромедиаторов.	В обычных условиях авитаминоз не наблюдается.
B_9 (фолиевая кислота)	Зеленые листовые овощи, печень, почки. Вырабатывается бактериями кишечника.	Участвует в синтезе нуклеиновых кислот, кроветворении костного мозга, предотвращает пороки развития нервной системы у плода.	Анемия, нарушение пищеварения, поседение, замедление роста, затрудненное дыхание, проблемы с памятью, врожденные дефекты потомства.
B_{12} (цианокоболамин)	Мясо, яйца, молоко, сыр, почки, креветки.	Участвует в синтезе РНК, процессах кроветворения.	Тяжелые формы анемии.
С (аскорбиновая кислота)	Бутоны и плоды шиповника, цитрусовые, ягоды, овощи.	Обеспечивает защиту от стресса, устойчивость к инфекциям, нормальное развитие соединительной ткани.	Крайняя степень авитаминоза – цинга: кровоизлияния, выпадение зубов и волос. Анемия, сердечная недостаточность.

Суточная доза **микроэлементов** – несколько миллиграммов или микрограммов в сутки. Нам необходимо около 30 микроэлементов как металлов (алюминий, железо, медь, марганец, цинк, молибден, кобальт и др.), так и неметаллов (йод, селен, бром, фтор и др.). Микроэлементы входят в состав многих ферментов. Например, медь содержится в ферментах, отвечающих за кроветворение, участвует в обмене углеводов. Йод содержится в тироксине, а цинк и кобальт – в инсулине, поэтому их недостаток оказывает значительное влияние на обмен веществ. Нехватка марганца, цинка и йода может отрицательно сказываться на росте, железа, меди и кобальта – кроветворении, меди и цинка – процессах тканевого дыхания.

Человеку необходимо получать с пищей не только питательные вещества, но и витамины, макро- и микроэлементы.

Витамины, авитаминоз, макроэлементы, микроэлементы



1. Какова роль витаминов, макро- и микроэлементов в обмене веществ?
2. В чем сходство и отличие витаминов и микроэлементов?



3. Почему в магазинах продается йодированная соль?
4. Почему дождевая вода невкусная и не утоляет жажду?

§ 40–41. «УМНЫЕ» ФИЛЬТРЫ



Что такое активный транспорт?
Как устроены органы выделения различных групп животных?



Только ли выделительная система осуществляет выделительную функцию?



В результате переработки пищевых веществ в клетках организма образуется энергия, а также конечные продукты обмена, подлежащие удалению. Есть несколько путей выведения этих отходов: потовые железы кожи выводят лишние соли, воду и мочевину, легкие – углекислый газ и воду, печень – соли желчных кислот и пигменты. Но львиную долю этой работы выполняют почки – они постоянно очищают кровь. Выключение функции почек вызывает болезнь – острую почечную недостаточность, которая через одну-две недели может привести к смертельному исходу.

Из каких частей состоит выделительная система

Органы **выделительной системы** – это парные **почки** и мочеточники, а также **мочевой пузырь** и **мочеиспускательный канал**. Почки лежат по двум сторонам позвоночника на уровне поясницы. Они имеют форму бобов. Вогнутый край каждого «боба» обращен к позвоночнику. Это – *ворота почки*, место вхождения в нее нервов, мощной почечной артерии и выходов почечной вены и мочеточников. Мочеточники представляют собой трубочки, по которым моча попадает в мочевой пузырь – мешок с толстой мускулистой стенкой. Он может сильно растягиваться, накапливая мочу. От мочевого пузыря исходит мочеиспускательный канал, выводящий мочу наружу.



1. Выделительная система.

Органы выделения

Представьте себе идеально убранную комнату. В ней поселился человек, который намеревается посвятить ближайшее время интенсивной творческой работе, например написанию книги. Он приступил к задуманному и ни на что больше не обращает внимания. Постепенно комната теряет свой идеальный облик из-за того, что по столам разложены книги, а на полу разбросаны бумаги – человек увлечен своей работой и не хочет или не может отвлекаться на уборку. Но вот уже беспорядок начинает мешать работе – трудно отыскать нужную книгу, в комнате пыльно, не хватает свободного места на столе.

У клеток разных тканей возникают примерно такие же проблемы. Они сосредоточены на своей работе, и им некогда думать об «уборке». Все отходы, которые образовались в результате химических реакций обмена веществ, и те витамины и гормоны, которые почему-либо не понадобились клетке, выталкиваются ими в межклеточную жидкость, а оттуда – в кровь. Представьте себе, к примеру, что будет через неделю с вашим двором, если из него не будут вывозить мусор каждый день. Примерно то же самое может произойти с нашей кровью, и, если ее не очищать постоянно, она станет опасной для клеток.

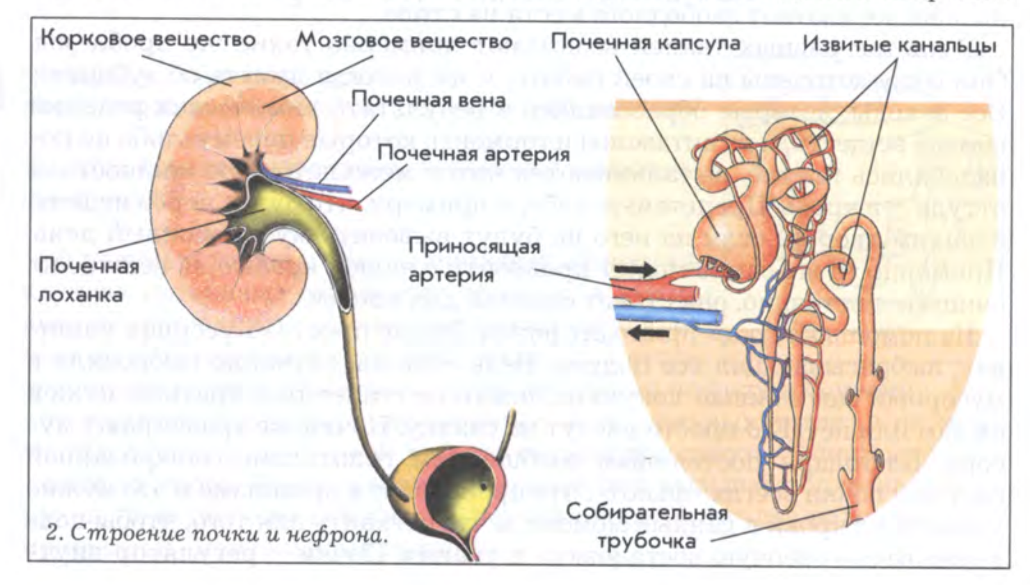
На помощь клеткам приходят почки. Это не просто «мусорная машина», выбрасывающая все подряд. Ведь если вы случайно выбросили в мусорный бак важный документ, никто не станет разбираться, нужен он вам или нет. Его просто увезут на свалку. Почки же «разбирают мусор». Благодаря постоянным сообщениям гипоталамо-гипофизарной системы почки всегда «знают», что происходит в организме и что нужно удалить из крови в данный момент, а что оставить для того, чтобы поддерживать «рабочую обстановку» в тканях. Почки – регулятор внут-

ренней среды организма: они изменяют химический состав жидкостей тела, удаляя вещества, количество которых превышает текущие потребности, и сохраняют необходимые. Для этого почки постоянно прогоняют кровь через огромное количество фильтров. Изгоняя лишнюю воду из организма или сохраняя ее при недостатке, они обеспечивают поддержание определенного объема воды в жидкостях тела. Тем самым почки регулируют концентрацию многих веществ, влияющих на работу ферментов, синтез белка, образование гормонов, электрическую активность нервных клеток, мышечное сокращение, артериальное давление.

Образование мочи

Если почку разрезать вдоль, будет видно, что ее выпуклый край образован веществом, в котором отчетливо просматриваются два слоя. Темный наружный слой – *корковое вещество* – разделяет более светлый внутренний слой – *мозговое вещество* – на отдельные пирамидки. Каждая почка состоит из миллионов микроскопических фильтрующих элементов – **нефронов**.

Каждый нефрон представляет собой каналец, один из концов которого впадает в систему собирательных трубочек, несущих мочу в почечную лоханку. На другом конце нефрона находится двухслойная округлая чаша – **почечная капсула**, в которую входит приносящая артерия, распадающаяся здесь на множество капилляров, образующих внутри капсулы **капиллярный клубочек**. Далее капилляры собираются опять в *выносящую артерию*, диаметр которой в два раза меньше диаметра приносящей. Такое «несоответствие» создает высокое давление крови в



2. Строение почки и нефрона.



3. Почечная капсула (капсула Боумена–Шумлянского) с капиллярным клубочком.

капиллярах клубочка. Между стенками почечной капсулы давление более низкое, стенки капилляров и капсулы очень тонки и пронизаны многочисленными порами. Кровь «продавливается» сквозь эти поры – и жидкость, получившаяся после этой **фильтрации**, поступает в полость между стенками почечной капсулы. Эта жидкость называется **первичной мочой** и очень напоминает по составу плазму крови, отличаясь лишь отсутствием клеток крови и молекул белков, которые остаются в капилляре.

Клубочки отфильтровывают 170 л первичной мочи в сутки, но каждый из нас знает, что мочи из организма выводится гораздо меньше – примерно 1,5 л. Это значит, что первичная моча претерпевает большие изменения. Около 80% веществ – вся глюкоза, все аминокислоты, витамины и гормоны, около 85% хлористого натрия и воды – возвращается в кровь.

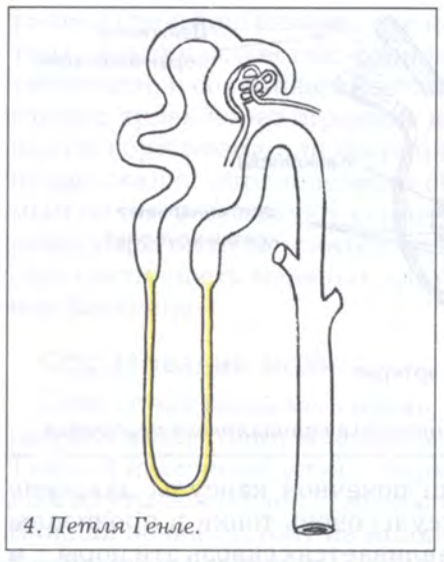
Только после того как необходимые организму вещества и вода из протекающей по канальцам первичной мочи вернутся в кровь, конечная или **вторичная моча** по собирательной трубочке поступает в почечную лоханку.

В каждой почке организма человека насчитывается более миллиона нефронов, поэтому непрерывный процесс фильтрации очень эффективен. Через почечные фильтры вся кровь прогоняется 360 раз в сутки.

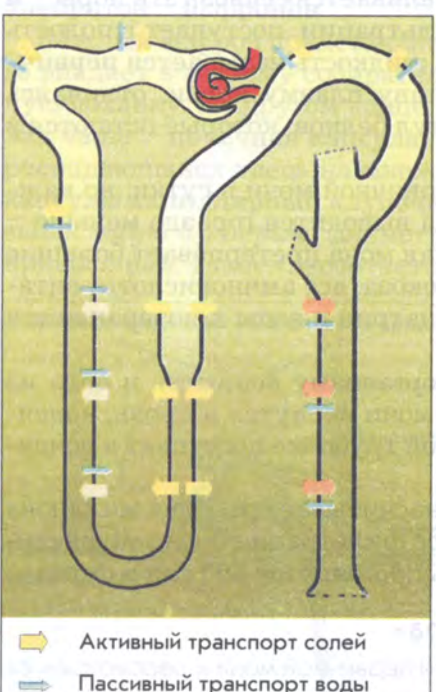
Как происходит «разборка мусора»

Теперь вернемся к началу сортировки первичной мочи и рассмотрим ее механизм.

Полость между стенками почечной капсулы сообщается с системой фильтров-канальцев. Часть канальца, следующая за капсулой, сильно извита, что отражено в ее названии – проксимальный извитой каналец. Все канальцы нефрона густо оплетены капиллярами, на которые вновь распадается выносящая артерия почечного клубочка. Около 2/3 воды и многие растворенные



4. *Петля Генле.*



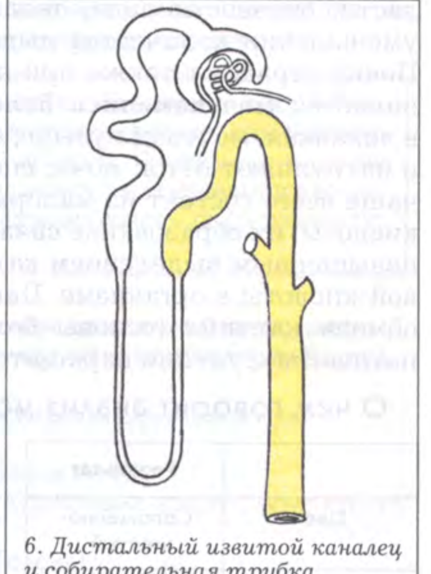
5. *Противоточный механизм.*

в ней вещества возвращаются обратно в кровь в проксимальных извитых канальцах. Итак, в жидкости внутри канальцев остались в основном ненужные и вредные для организма вещества, такие как мочевина. Концентрация мочи стала равной плазме крови. Выводить такую мочу наружу расточительно – в ней слишком много воды, ее надо еще сконцентрировать.

Этот процесс идет благодаря активному транспорту: клетки, затрачивая энергию, перемещают необходимые организму вещества из просвета канальцев обратно в кровяное русло против направления увеличения их концентрации. Концентрация растворенных веществ в первичной моче падает, а в крови возрастает, и последняя оказывается более концентрированным раствором. Теперь без всяких затрат энергии вода устремляется в капилляры.

Процесс концентрации мочи начинается в так называемой петле Генле. Извитой каналец выпрямляется и углубляется в мозговой слой почки, резко поворачивает на 180° и направляется опять в корковое вещество. Это и есть петля Генле. Механизм концентрации мочи в петле Генле называется противоточным концентрирующим механизмом. В очень упрощенном виде его можно представить следующим образом. Нисходящая и восходящая части петли Генле очень тесно соседствуют друг с другом и оплетены капиллярами. Восходящий участок петли непроницаем для воды, но из него в межклеточную жидкость активно транспортируются соли. Их концентрация становится там очень высокой. Нисходящий участок, напротив, проницаем для воды, и, поскольку концентрация солей в ткани мозгового вещества велика, а вода следует за солями, она «вытягивается» из мочи и устремляется в межклеточное вещество, а затем в капилляры. Собирательные трубочки проходят к почечной лоханке между петлями Генле параллельно им через те же ткани. Благодаря высокой концентрации солей в межклетниках мозгового вещества моча, текущая по собирательным трубочкам, также становится все более концентрированной.

После того как каналец, образующий петлю Генле, поднимается до уровня клубочка своего же нефрона в корковом веществе, он опять становится извитым. Этот его участок называется дистальным извитым канальцем. Несколько таких канальцев впадают в трубочку, которая по своей функции и называется собирательной. В дистальном канальце системы активного транспорта «выбрасывают» из крови в мочу инородные вещества, например некоторые лекарства. Кроме того, в дистальном канальце и собирательной трубочке определяется, какое количество воды необходимо вывести из фильтрата и каков будет окончательный объем мочи. Сигнал вернуть в кровь больше воды, если организм обезвожен, поступает от гипофиза через вырабатываемый им антидиуретический гормон (АДГ). Под влиянием АДГ в дистальном канальце и собирательной трубочке повышается обратное всасывание воды из мочи, что приводит к повышению концентрации солей, мочевины и других растворенных веществ в моче. Так завершается процесс образования вторичной мочи.



6. Дистальный извитой каналец и собирательная трубка.

Накопитель – мочевой пузырь

По мере образования моча непрерывно течет из почечной лоханки в мочевой пузырь по узким каналам – мочеточникам. В их стенках есть слой гладкомышечных клеток, и продвижение мочи ускоряется перистальтическими волнами. Место вхождения мочеточников в мочевой пузырь снабжено небольшими складками слизистой оболочки. Они, как клапаны, прикрывают устья мочеточников и предотвращают обратный ток мочи.

Резервуар для мочи – мочевой пузырь – может довольно сильно растягиваться, накапливая ее. Однако когда количество мочи в пузыре взрослого человека превышает 250–300 мл, рецепторы растяжения, находящиеся в его стенках, возбуждаются. Их нервные импульсы поступают в центральную нервную систему. В ответ мышцы стенок мочевого пузыря рефлекторно сокращаются, а круговые мышцы сфинктера, запирающие выход из пузыря, расслабляются, и моча покидает мочевой пузырь. Спинномозговые рефлексы находятся под контролем головного мозга, поэтому человек может некоторое время сознательно задерживать мочеиспускание.

Заболевания почек

В результате перенесенных заболеваний, скажем ангины, может возникать воспаление почек. Этому способствует резкое охлаждение тела, связанное, например, с тем, что человек не имел возможности,

промокнув, переодеться в сухую одежду или обувь. Болезнь проявляется в легком общем недомогании и небольших болях в поясничной области, отечности лица, тела, повышении артериального давления, уменьшении количества выделяемой мочи и изменении ее состава. Почки страдают также при нарушениях обмена веществ. Примером является **мочекаменная болезнь** – образование солевых «камней» в лоханках, мочевом пузыре, которые царапают мочевыводящие пути и затрудняют отток мочи, способствуют развитию инфекции. Камни чаще всего состоят из малорастворимых солей кальция или мочевой кислоты, их образование связано с нарушением обмена этих веществ: повышенным выделением кальция, избыточным образованием мочевой кислоты в организме. Наиболее изученной причиной нарушения обмена кальция (основы большинства мочевых камней) является патология функции паращитовидных желез.

О чем говорит анализ мочи

	Результат
Цвет	Соломенно-желтый
Прозрачность	Прозрачная
Кислотность	Слабокислая
Белок	нет
Глюкоза	нет
Эритроциты	нет
Лейкоциты	нет

Насторожит ли врача результат анализа мочи?

Поскольку почки «заботятся» о поддержании постоянства внутренней среды, анализ мочи может многое сказать врачу не только о состоянии самих почек, но и всего организма в целом. Анализ мочи используется для распознавания инфекционных заболеваний, функционального состояния почек, беременности.

Поступающая в мочевой пузырь моча прозрачна, имеет соломенно-желтую окраску, слабокислую реакцию, содержит мочевину, мочевую кислоту, переработанные гормоны.

Цвет мочи могут изменить некоторые лекарства или пигменты. Как вы помните, эти вещества активно «выбрасываются» из крови в мочу клетками почечных канальцев. Так что, если вы, к примеру, ели свеклу, не нужно пугаться красноватого цвета мочи.

Моча здорового человека всегда прозрачна. Мутной она может стать из-за наличия бактерий, слизи, солей, что свидетельствует о нарушениях в работе почек.

Белка в моче быть не должно, так как при нормальной работе почек «фильтр» почечного клубочка должен задерживать его. То же можно сказать и о глюкозе. Ее выделение с мочой свидетельствует о серьезных заболеваниях.

Присутствие лейкоцитов в моче – главный признак воспаления почек и мочевыводящих путей.

Если количество солей в моче (неорганического осадка) повышено, то речь может идти о склонности организма к камнеобразованию. Зная, обмен каких солей нарушен, можно предположить химический состав камня и порекомендовать больному соответствующую диету.

Основная функциональная единица почки – фильтрующий элемент нефрон. Первичная моча образуется в нефроне благодаря высокому давлению, создаваемому разницей диаметров приносящей и выносящей артерий. Питательные вещества возвращаются в кровь, а первичная моча концентрируется и превращается во вторичную, которая и выводится наружу. Основная функция почек – поддержание постоянства внутренней среды организма.

Почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, нефрон, почечная капсула, первичная моча, вторичная моча, мочекаменная болезнь



1. Какой элемент можно назвать основной функциональной единицей почки?
2. Как устроен нефрон?
3. Чем отличаются друг от друга первичная и вторичная моча?
4. Сознательно или бессознательно регулируется в организме процесс мочеиспускания?
5. Какие факторы повышают риск мочекаменной болезни?



6. Из организма с мочой выделяется большое количество мочевины. Откуда она берется и как попадает в почки?

§ 42. СУДЬБА ПИЩИ В ОРГАНИЗМЕ





Что такое обмен веществ?
Какие системы органов принимают участие в обмене веществ и какую роль в нем играют?



На что тратит организм получаемые с пищей вещества?

Организм человека, как и организм любого живого существа, – открытая система, он непрерывно обменивается с окружающей средой веществами и энергией. Согласно законам физики, энергия не исчезает и не возникает вновь, а лишь переходит из одного вида в другой, и в конце концов в конечную ее форму – тепловую энергию. Живые существа получают энергию из окружающей среды в виде пищи и возвращают обратно равное количество энергии в виде тепла. Другими слова-

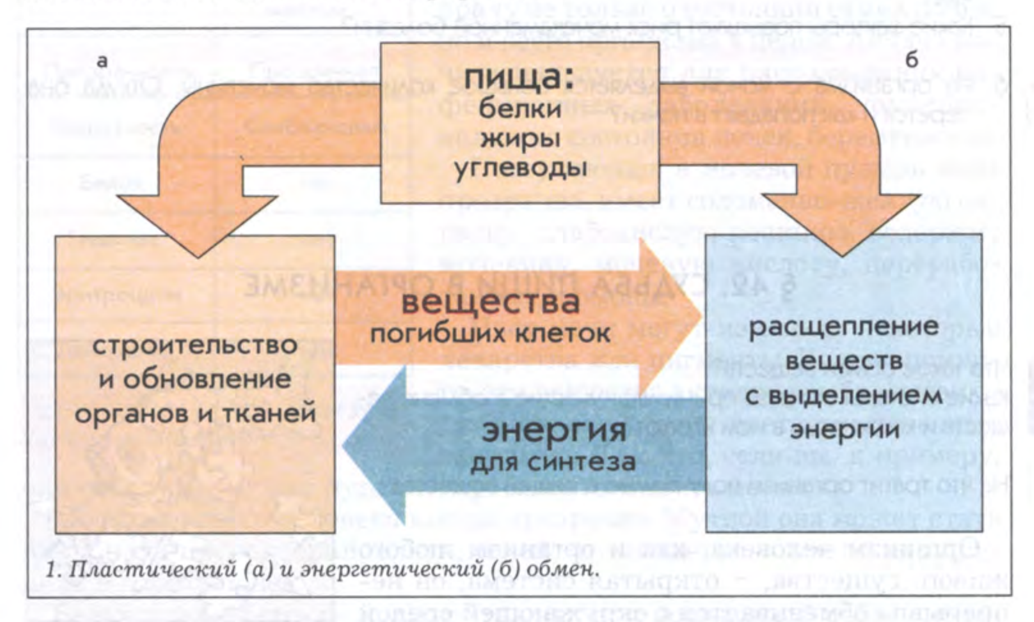
ми, вся энергия, с трудом добытая организмом в процессе обмена веществ, в конечном счете превращается в тепло и тратится на внешнюю работу, если не запасается в виде химических соединений.

Попробуем проанализировать, на что тратит организм получаемые с пищей вещества и что происходит при этом в организме.

Две стороны одного обмена

Разложение сложных органических веществ на простые молекулярные блоки с выделением энергии называется **энергетическим обменом.** Выделившаяся энергия используется в процессах функционирования организма, его роста и развития. Избыток энергии запасается в молекулах АТФ.

Важнейшей стороной жизнедеятельности организма является синтез сложных органических соединений, который называется **пластическим обменом**. На первый взгляд возникает парадокс: сложные соединения, получаемые с пищей, разлагаются организмом на простые для того, чтобы опять создать сложные. Но разлагаются «чужие» органические соединения пищи, а синтезируются свои «родные», на основе собственной наследственной информации.



1. Пластический (а) и энергетический (б) обмен.

Очевидно, что пластический и энергетический обмен – две стороны одного процесса – обмена веществ. Они находятся в организме в состоянии динамического равновесия. Преобладание пластических, «созидательных» процессов приводит к росту, накоплению массы тканей, а преобладание энергетических, «разрушительных» – ведет к частично-

му разрушению тканей. Состояние равновесного (или неравновесного) соотношения этих процессов зависит от физической и эмоциональной нагрузки, возраста. В детстве организм растет – и преобладает пластический обмен, у взрослых обычно соблюдается равновесие.

Что происходит с поглощенными веществами

Обмен веществ начинается с момента поступления питательных веществ в желудочно-кишечный тракт и воздуха в легкие. В пищеварительном тракте эти вещества разбираются на простые молекулы. Они вместе с кислородом доставляются кровью к тканям, в клетках которых происходят сложные химические реакции. В результате этих реакций образуются энергия, строительные материалы и другие необходимые для клеток вещества. Продукты распада уносятся кровью и выделяются в окружающую среду почками, легкими, потовыми железами и кишечником.

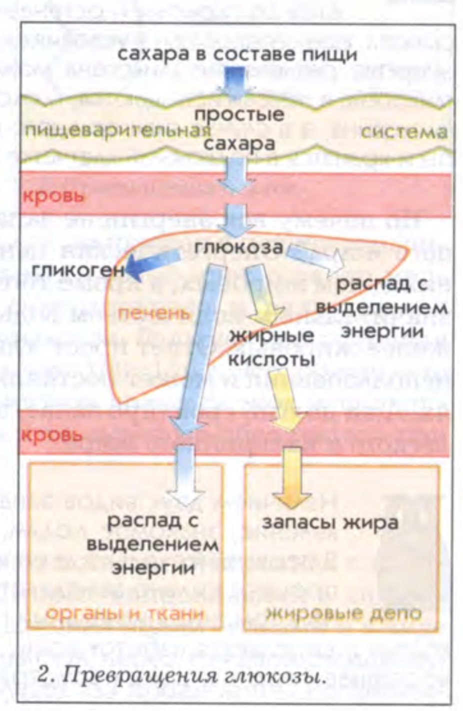
Превращения углеводов, белков, жиров, минеральных веществ и воды происходят в тесном взаимодействии друг с другом. В обмене каждого вида веществ имеются свои особенности, а физиологическое значение их различно, поэтому обмен каждого из этих веществ принято рассматривать отдельно.

Преобразования глюкозы

Простые сахара, всосавшиеся в кровь в пищеварительном тракте, поступают прямо в печень, которая играет одну из центральных ролей в обмене веществ. Ее клетки преобразуют и распределяют вещества между другими органами.

Простые сахара поступают в печень по воротной вене. Это единственный кровеносный сосуд в организме, в котором содержание сахара может очень сильно колебаться. Углеводы участвуют и в пластическом, и в энергетическом обмене. Они входят в состав клеточных мембран, межклеточного вещества большинства тканей, особенно соединительных (хрящей, сухожилий, кожи), и служат источником «быстрой» энергии.

Основное вещество энергетического обмена – глюкоза – в клетках окисляется кислородом до углекис-



2. *Превращения глюкозы.*

лого газа и воды, в результате чего освобождается энергия, одна часть которой расходуется сразу, а другая – запасается в форме молекул АТФ. Углекислый газ выводится из организма легкими, а АТФ служит внутриклеточным переносчиком энергии от реакций энергетического обмена к процессам, связанным с потреблением энергии – реакциям пластического обмена, движения, переноса веществ через мембрану. Вот почему в крови должен постоянно поддерживаться определенный уровень глюкозы – примерно 90 мг на мл крови – и клетки печени препятствуют колебанию этого уровня, создавая «энергетический банк». Это особенно важно для нервной системы, клетки которой не способны запасать углеводы. Все остальные клетки могут накапливать некоторое количество глюкозы в виде гликогена. Но особенно велики эти запасы в клетках мышц и печени. Мышечные клетки используют гликоген при интенсивной физической работе, когда кровеносная система не успевает снабжать мышцы глюкозой и кислородом. В этом случае разрушение глюкозы идет без участия кислорода.



Клетки печени накапливают гликоген в значительных количествах для поддержания постоянного уровня глюкозы в крови. Образование гликогена стимулируется гормоном – инсулином. В случае падения уровня сахара в крови гликоген под действием глюкагона расщепляется до глюкозы и останавливает этот процесс. В момент опасности, скажем, при стрессе или в условиях холода, когда организму срочно необходима энергия, разложение гликогена может запускаться адреналином. Когда запасы гликогена в печени истощаются, глюкоза может синтезироваться из аминокислот и глицерина, а в случае значительного избытка углеводов они превращаются в жиры и хранятся в подкожной клетчатке и сальниках.

Но почему вся энергия не запасается в виде гораздо более калорийного жира? Энергетическая ценность запасов гликогена значительно ниже, чем жировых, а кроме того, гликоген откладывается в клетках со значительным количеством воды, что делает их примерно в 10 раз тяжелее жировых. Ответ прост: гликоген очень быстро мобилизуется для использования и может поставлять энергию в бескислородных условиях. А на долгий срок (про запас) энергия все же запасается в виде более легкого и калорийного жира.

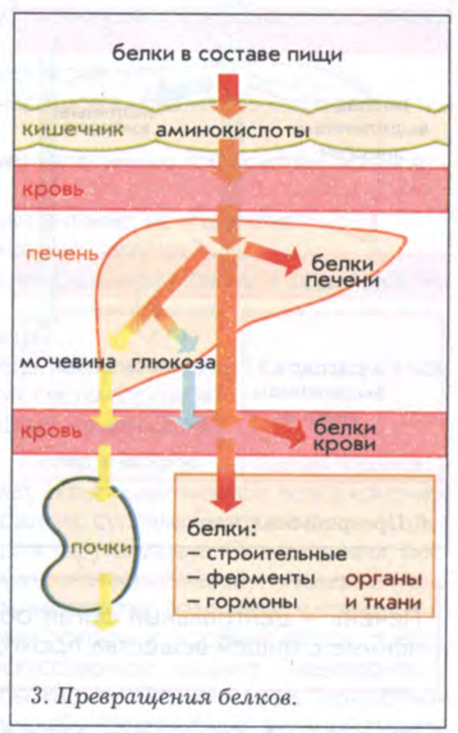


Наличием двух видов запаса энергии можно объяснить загадочное явление, знакомое людям, пытавшимся похудеть с помощью диеты. В первые несколько дней человек быстро теряет в весе, а затем этот процесс сильно замедляется, и вес может даже снова возрасти. Дело в том, что в начальный период похудения происходит распад гликогена и выделяется избыток воды, а спустя несколько дней запасы гликогена восстанавливаются, даже несмотря на то что потребление пищи ниже энер-

гетических расходов организма, и организм переходит на использование жира, но вес уже не снижается так быстро. Процесс похудения не такой уж быстрый, поэтому стремящимся похудеть надо быть терпеливыми!

Преобразования аминокислот

Аминокислоты также поступают в печень. Организм не способен запасать аминокислоты, и те из них, которые не могут быть использованы сразу для биосинтеза белка в клетках каких-либо органов, преобразуются в печени.

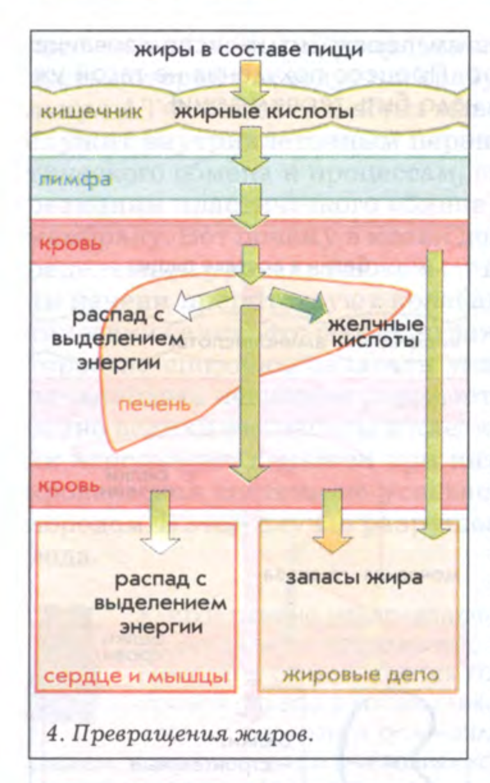


3. Превращения белков.

Когда человек растет, белок непрерывно синтезируется и включается в структуры тела. Однако у взрослого организма его количество остается более или менее постоянным на протяжении всей жизни. В связи с этим может показаться, что после достижения организмом определенных размеров белок ему уже не нужен. Это не так: недостаток белка ведет к серьезным расстройствам. Белки тела все время разрушаются и синтезируются вновь. В течение 10 дней в организме человека обновляется примерно половина всех белков крови. Этот процесс идет так же быстро во всех тканях, где уровень обмена веществ высок, например в печени и мышцах, а обновление белков соединительных тканей идет гораздо медленнее. Всего у взрослого человека синтезируется и разрушается примерно 400 г белка в день, что значительно больше, чем суточная норма его потребления, которая составляет 100–150 г. Это значит, что наш экономный организм в процессе синтеза новых белков использует не только новые аминокислоты, но и те, которые образуются при распаде белка в организме.

Преобразования жиров

Жирные кислоты и глицерин поступают в эпителий ворсинок кишечника и вновь превращаются в жиры, которые направляются в лимфатические сосуды. Они обволакиваются специальными белками и в виде белково-жировых шариков вместе с лимфой через грудной лимфатический проток поступают в кровяное русло. Из крови жиры потребля-



4. Превращения жиров.

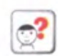
ются в основном клетками жировой ткани и печени. В жировой ткани они запасаются, а в печени их использование более разнообразно. Часть жиров служит основным источником энергии для клеток печени, а оставшиеся преобразуются в иные соединения, например, в строительный материал мембран – фосфолипиды – или в желчные кислоты.

Затраты энергии на метаболизм человека, находящегося в полном покое, включают дыхание, кровообращение, рост и регенерацию, производство половых продуктов, секреторную деятельность желез, сохраняющуюся активность нервной системы, печени и т.д. При этом примерно половину энергетических затрат обусловливают печень и скелетная мускулатура. Напряженная умственная работа почти не сказывается на метаболизме.

Печень – центральный орган обмена веществ. Именно в ней все полученные с пищей вещества проходят предварительную обработку.



1. Почему потребляемые с пищей сложные органические вещества организму необходимо разлагать на простые молекулярные блоки?
2. Как используются в организме углеводы, белки и жиры, полученные с пищей?
3. Какова роль печени в обмене веществ?



4. В теле- и радиорекламе различных биодобавок можно часто услышать, что предлагаемый препарат – натуральный продукт, принимающий участие в обмене веществ человека. Означает ли это, что препарат безвреден?
5. Почему организм не может напрямую использовать сложные органические вещества, полученные с пищей, для строительства своих тканей?

§ 43. ДВИЖЕНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ. ПОВТОРЕНИЕ

1. Что обеспечивает подвижность скелета человека?
2. В чем преимущество внутреннего скелета человека по сравнению с внешним скелетом многих животных?
3. В чем смысл ограниченной подвижности суставов (сравните подвижность плечевого сустава с коленным)?
4. Какова роль кожи в работе других систем органов?
5. Почему обмен веществ в клетках человека невозможен без многоклеточных систем органов?
6. Почему активный образ жизни способствует укреплению всех систем органов, а не только опорно-двигательной?
7. Почему для организма необходимо не только питание, но и дыхание?
8. Почему мы едим 3–4 раза в день, а дышим каждую секунду?
9. Почему выделительная функция организма необходима? Почему в организме невозможно «безотходное производство»?
10. Какую роль играет скелет в процессе дыхания?
11. Где в организме начинается и где заканчивается процесс питания? Какую роль в нем играет пищеварение? Какова функция других систем органов?
12. Как разные системы органов участвуют в процессе движения?

Что означают эти понятия?

Опорно-двигательная система, осевой скелет, скелет конечностей, пояса конечностей. Кость, надкостница, хрящ, связки, сухожилия, суставы. Поперечно-полосатые мышцы, гладкие мышцы, антагонисты, синергисты, утомление. Осанка, вывих, растяжение связок, перелом. Эпидермис, дерма (собственно кожа), гиподерма (подкожная клетчатка), потовые железы, пот, сальные железы, волосяные луковицы. Легочное дыхание, клеточное дыхание, носовая полость, голосовые связки, трахея, бронхи. Легкие, альвеолы. Закаливание, искусственное дыхание. Пищеварительные железы, слюнные железы, молочные зубы, кариес. Перистальтика, желудочный сок. Пищеварительные железы – печень и поджелудочная железа, желчный пузырь, желчь. Аппендикс, кишечная (бактериальная) флора. Незаменимые аминокислоты, незаменимые жирные кислоты, пищевой рацион. Витамины, авитаминоз, макроэлементы, микроэлементы. Почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал, нефрон, почечная капсула, первичная моча, вторичная моча, мочекаменная болезнь.

Жизненная задача 3. Первая помощь.

Ситуация: Что случилось с твоей одноклассницей и как ей помочь?

Твоя роль: Школьник.

Описание ситуации: Ты с друзьями отдыхаешь в летнем лагере. Несмотря на то что воздух прогрелся более чем до 35 °С, вы решили поиграть в волейбол на тенистой полянке. Очень скоро многие почувствовали себя плохо, а одна девушка даже упала в обморок. Подоспевший доктор сказал, что в такую жару лучше двигаться поменьше, так как для предотвращения перегревания организма сосуды кожи сильно расширяются.

Результат: Какую первую помощь нужно оказать девушке до прихода врача? Что же происходит с организмом при увеличении физической нагрузки в жару и почему это может привести к потере сознания?

«Постоянство внутренней среды есть условие свободной и независимой жизни»

К. Бернар

В этом разделе вы научитесь:

Объяснять, почему внутренняя среда так важна для организма и его воспроизводства в ряду поколений, какова роль органов чувств и высшей нервной деятельности в поддержании ее постоянства.

Для этого вы должны уметь:

- характеризовать внутреннюю среду организма и способы поддержания ее постоянства (гомеостаза);
- объяснять, как человек узнает о том, что происходит в окружающем мире, и какую роль в этом играет высшая нервная деятельность и органы чувств;
- характеризовать особенности строения и функции репродуктивной системы;
- объяснять биологический смысл размножения и причины естественной смерти;
- характеризовать строение и функции органов размножения, элементарные сведения об эмбриональном и постэмбриональном развитии человека.

Использовать в быту элементарные биологические знания основ медицины, чтобы формулировать правила здорового образа жизни и знать симптомы нарушения нормальной жизнедеятельности (болезней).

Для этого вы должны:

- объяснять наблюдаемые процессы, проходящие в собственном организме;
- называть основные правила здорового образа жизни, факторы, сохраняющие и разрушающие здоровье;
- объяснять вред курения и употребления алкоголя, наркотиков.

Оценивать поведение человека с точки зрения здорового образа жизни и действовать в соответствии с ними, чтобы как можно реже болеть.

Для этого вы должны уметь:

- соблюдать правила гигиены;
- применять свои знания для составления режима дня, правил поведения;
- соблюдать режим труда и отдыха.

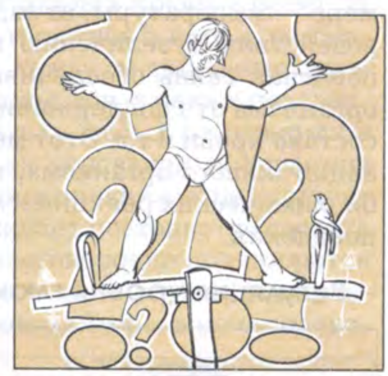
Проверь себя:

Как осуществляется взаимосвязь органов в организме человека?

§ 44–45. ПОСТОЯНСТВО ПРЕВЫШЕ ВСЕГО

Что такое гомеостаз?
Какие системы органов поддерживают состав внутренней среды организма?
Как взаимодействуют две основные руководящие системы организма?

!! Как удается регулировать какой-либо процесс?



Мир вокруг нас, наша среда обитания непрерывно меняются. Летом на солнцепеке нам жарко, а подует ветер, и становится холодно. Но даже при изменении температуры окружающей среды температура тела здоровых людей всегда составляет примерно 36,5 °С. Трудно найти двух людей, которые питались бы совершенно одинаково: одни любят мясные продукты, другие – фрукты и молоко. Однако, несмотря на пристрастия и разнообразные режимы питания, содержание сахара и многих других веществ в крови у всех здоровых людей оказывается практически одинаковым. Учитывая то, что организм человека – открытая система, а внешние условия все время меняются, организм с удивительной эффективностью противостоит этим изменениям. Постоянство внутренней среды, обеспечивающее выживание, сохраняется благодаря множеству анатомических, физиологических, поведенческих механизмов и приспособлений, называемых гомеостазом, и достигается благодаря особенностям системы управления организмом.

Отрицательная обратная связь – основа любой регуляции

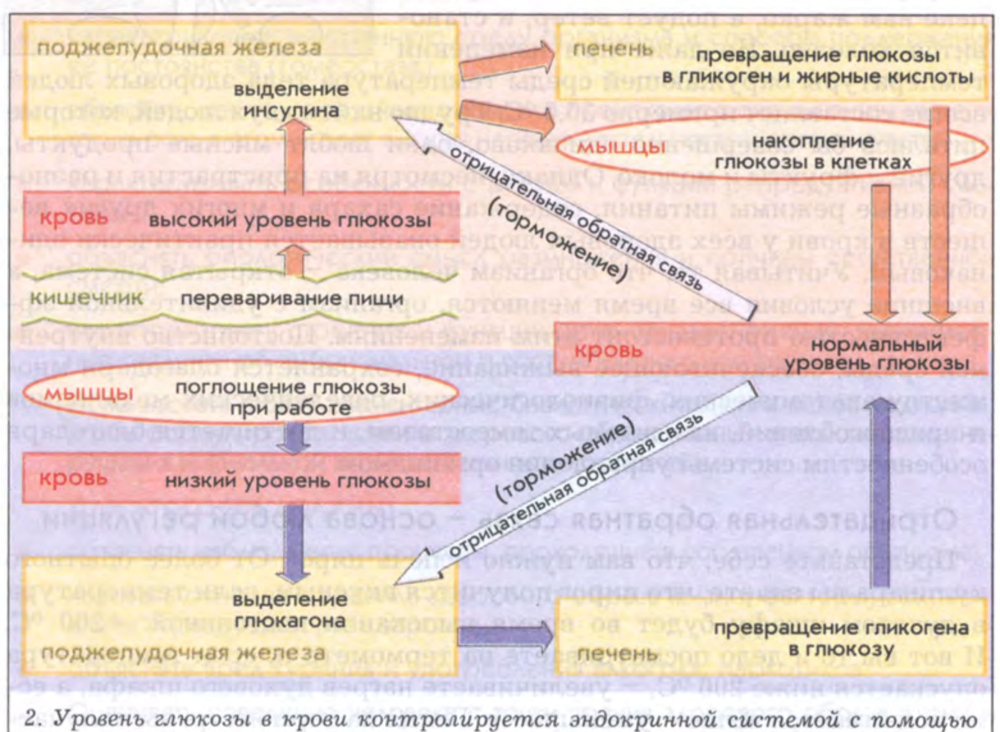
Представьте себе, что вам нужно испечь пирог. От более опытного кулинара вы знаете, что пирог получится вкусным, если температура в духовом шкафу будет во время выпекания постоянной: +200 °С. И вот вы то и дело посматриваете на термометр и, если температура опускается ниже 200 °С, – увеличиваете нагрев духового шкафа, а если поднимается выше – уменьшаете. Глядя на термометр, вы получаете информацию о том, к чему привело ваше предыдущее действие, и, не задумываясь, регулируете температуру в духовке по принципу **отрицательной обратной связи**. Прямая связь – передача сигналов от органа-регулятора к исполнительным органам, обратная – получение органом-регулятором информации о результатах выполнения его команды. Слово «отрица-



1. Схема отрицательной обратной связи.

тельный» означает, что отклонение значения параметра (в нашем примере – температуры) от заданного значения (200 °С) приводит к противодействию (увеличению или снижению подогрева). Отрицательная обратная связь обеспечивает устойчивость параметров. В условиях организма это поддержание постоянной температуры тела, давления, состава крови и т.д. Этот механизм действует на всех уровнях организации живого организма, начиная с регуляции скорости протекания биохимических реакций и заканчивая формированием сложных форм поведения.

Регуляция уровня глюкозы



2. Уровень глюкозы в крови контролируется эндокринной системой с помощью целого каскада гормонов и двух петель отрицательной обратной связи.

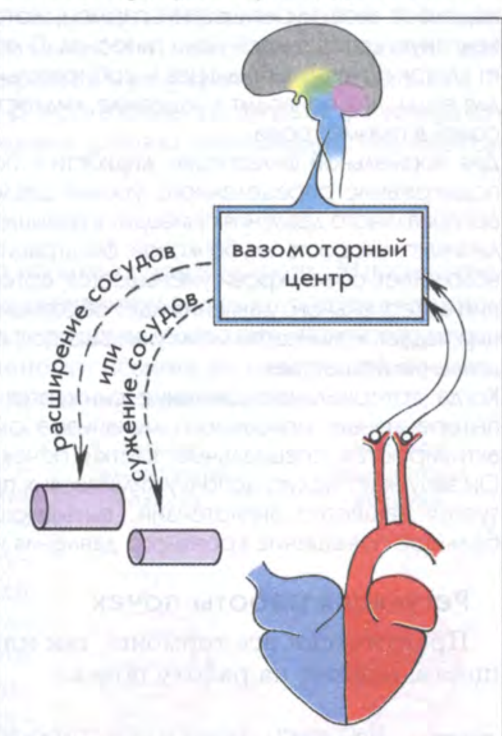
Ода гипоталамусу

Задача систем органов, участвующих в гомеостазе, – препятствовать отклонениям от наиболее благоприятных для клеток условий, вызванных изменениями внешней и внутренней среды. Главную роль в регуляции механизмов гомеостаза играют, конечно же, нервная и эндокринная системы, работающие в тесном контакте друг с другом. Центральная структура в этом взаимодействии, главное звено многих цепей обратной связи – гипоталамус. Он получает информацию о событиях во

внутренней среде организма. Окруженные сетью кровеносных сосудов, клетки гипоталамуса непрерывно проводят анализ крови, следят за концентрацией продуктов обмена веществ, гормонов в крови, ее температурой. В других участках гипоталамуса лежат специальные центры, от которых зависят чувства голода и жажды, сон, а также поведенческие реакции. Он чутко улавливает сигналы о любых изменениях в окружающем мире и внутренней среде и на основании получаемой информации вместе с расположенным под ним гипофизом регулирует секрецию большинства гормонов и поддерживает постоянство состава крови и тканей. Многие системы органов безоговорочно подчиняются этому «диктатору». В его распоряжении не только «пульт управления» эндокринной системой и собственные регуляторы водно-солевого баланса, обмена веществ, но и через продолговатый и спинной мозг команды гипоталамуса передаются вегетативной нервной системе, которая регулирует сердечный ритм, кровяное давление, дыхание, тонус мышц и сосудов и т.д. Таким образом, гипоталамус можно назвать высшим органом сохранения постоянства внутренней среды.

Регуляция артериального давления

Симпатическая нервная система и адреналин вызывают резкое сокращение гладкой мускулатуры артерий внутренних органов, и уменьшение просвета этих сосудов приводит к подъему артериального давления. Но на сосуды головного мозга и скелетных мышц эти сигналы не оказывают никакого влияния. В связи с этим при эмоциональных и физических нагрузках общее артериальное давление значительно возрастает, кровоснабжение мозга и мышц улучшается — и это помогает нам преодолевать трудности.



3. Сокращением мышц стенок сосудов управляет сосудодвигательный центр продолговатого мозга. Датчики давления и химического состава крови информируют сосудодвигательный центр о давлении в кровеносной системе и количестве кислорода и углекислого газа в крови. В зависимости от получаемой информации нейроны сосудодвигательного центра посылают команду о напряжении или расслаблении стенок артериол.

Артериальное давление и работа почек



Почки очищают плазму крови от продуктов обмена веществ и избирательно удаляют избыточную воду и многие вещества, когда их концентрация нарушает постоянство внутренней среды организма. Концентрация солей всегда поддерживается на определенном уровне, поэтому при задержке солей в организме задерживается и вода, что, в свою очередь, приводит к чрезмерному увеличению объема крови и повышению артериального давления. В предсердиях есть рецепторы, которые активируются в случае увеличения объема крови. В ответ на это клетки, расположенные в стенках самого предсердия, выделяют гормон, действующий на почечные канальцы и ускоряющий выведение солей.

Относительную концентрацию солей в плазме регулируют и нейроны гипоталамуса: если концентрация превышает определенный уровень, крупные сосуды гипоталамуса выделяют антидиуретический гормон, который переходит из их аксонов прямо в венозную кровь задней доли гипофиза. С кровью антидиуретический гормон достигает клеток почечных канальцев и собирательных трубочек и снижает их проницаемость для воды, что приводит к задержке жидкости в организме и снижению концентрации солей в плазме крови.

Для нормальной фильтрации жидкости в почечной капсуле и канальцах необходимо поддержание определенного уровня давления в почечных капиллярах. Повышение артериального давления приводит к повышению давления в капиллярах клубочка и увеличивает скорость клубочковой фильтрации. Количество выделяемой почками мочи возрастает, объем крови уменьшается, артериальное давление снижается. При снижении артериального давления идет обратный процесс: скорость клубочковой фильтрации падает, количество мочи уменьшается, объем крови увеличивается, артериальное давление возрастает.

Когда артериальное давление снижается очень сильно, например при большой потере крови, описанного механизма оказывается недостаточно. В этом случае активируются специальные клетки почек, выделяющие в кровь гормон ренин. Он запускает целую цепочку химических превращений, в результате которых образуется вещество ангиотензин, вызывающее сокращение мускулатуры сосудов, большое повышение кровяного давления и сильную жажду.

Регуляция работы почек

Практически все гормоны, так или иначе управляющие обменом веществ, влияют на работу почек.



Например, альдостерон сохраняет в крови ионы натрия и воду и увеличивает выведение ионов калия и водорода клетками почечных канальцев. Действие паратгормона приводит к повышению концентрации ионов кальция в плазме крови и активизации выведения фосфатов с мочой. Тироксин усиливает обменные процессы, в результате чего в моче возрастает количество азотистых веществ.

Работой почек управляет и вегетативная нервная система. Раздражение симпатических нервов приводит к сохранению в крови натрия и воды, раздражение парасимпатических волокон, идущих в составе

блуждающих нервов, – к выведению из организма органических кислот. Известно также, что при болевом раздражении, волнении, стрессе под влиянием вегетативной нервной системы резко уменьшается или вовсе прекращается мочеотделение. Но все же влияние нервной системы на работу почек существенно меньше, чем многообразное влияние гормонов.

Жажда

Мы уже не раз говорили о том, что концентрация солей во внутренней среде организма должна быть постоянной, поэтому важно, чтобы количество воды в организме не зависело от внешних условий. Например, для человека весом 70 кг содержание воды в жару и на морозе отличается всего на 150 г в ту или иную сторону. Если содержание воды понизится на 350 г, то повысится концентрация солей в крови. Многочисленные рецепторы гипоталамуса, активирующиеся при повышении концентрации солей в крови и при утрате клетками воды, – чувствительный аппарат жажды. В организме наступает режим экономии воды: уменьшается количество слюны, высыхают слизистые оболочки рта. Возникает жажда.

Терморегуляция

Температура в жизни организма играет огромную роль. Многие процессы, например работа ферментов, возможны только в определенном температурном диапазоне. Для поддержания постоянной температуры тела необходимы высокая интенсивность обмена веществ и эффективные способы регуляции теплоотдачи с поверхности тела.

Большой орган, находящийся в тесном непосредственном контакте с внешней средой и испытывающий на себе изменения ее температуры, – кожа. Это основной орган терморегуляции организма. Потеря тепла кожей зависит от количества протекающей через нее крови. При слабом кровотоке температура кожи приближается к температуре окружающей среды, при сильном – к температуре внутренних областей тела.



4. Схема терморегуляции.

Механизмы терморегуляции активируются сигналами терморецепторов кожи и раздражением клеток центра терморегуляции, расположенного в гипоталамусе. Нервные центры, регулирующие температуру тела, находятся в передней части

гипоталамуса. Импульсы нейронов от этих центров направляются к другим областям этой структуры, которые регулируют интенсивность образования и отдачи тепла. При падении температуры крови ниже нормальной возрастает интенсивность клеточного обмена веществ и в тканях образуется больше тепла. В то же время кровеносные сосуды кожи сжимаются, снижаются передача тепла коже и его излучение с ее поверхности. Степень сокращения сосудов регулируется симпатическими сосудодвигательными нервами, идущими от сосудодвигательного центра головного мозга, который получает импульсы от гипоталамуса.

Если принятые меры не приводят к достаточному повышению температуры, включается сложный механизм, который вызывает быстрое циклическое сокращение и расслабление некоторых мышц. Это состояние мы называем дрожью. При работе мышц выделяется много тепла, согревающего тело. Если же температура крови, поступающей в гипоталамус, оказывается выше нормальной, его сигналы вызывают расширение сосудов кожи. Согреваемая кровью кожа излучает тепло наружу, кроме того, кровь в большем количестве протекает через потовые железы и вызывает потоотделение.

Пот образуется потовыми железами из тканевой жидкости. Этот процесс также регулируется нейронами гипоталамуса. У человека потоотделение начинается при небольшом повышении температуры тела, примерно при 36,7 ºС. Испарение пота с поверхности кожи отнимает у организма очень много тепла.

Благодаря таким механизмам температура тела сохраняется постоянной, независимо от температуры внешней среды.

Механизм отрицательной обратной связи обеспечивает устойчивость параметров внутренней среды организма. Центральная структура гомеостаза – гипоталамус.

Отрицательная обратная связь



1. Какова взаимосвязь между регулирующей и регулируемой системой организма?
2. Какую роль играет гипоталамус в регуляции постоянства внутренней среды организма?
3. Приведите примеры регуляции любого процесса в организме. Покажите роль гипоталамуса и других управляющих систем в нем.



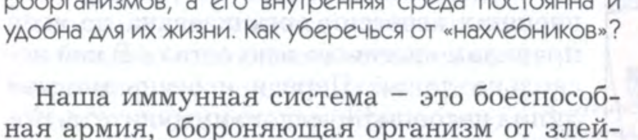
4. Что такое отек тканей? Опишите возможные механизмы его образования.
5. Вы долго гуляете в морозный день. Ваши щеки сначала стали румяными, а затем побледнели. Объясните почему.
6. Вернитесь к другим системам, регуляция работы которых рассмотрена раньше, и найдите там механизм обратной связи.
7. В прогнозах погоды часто указывают температуру комфорта, то есть температуру воздуха по ощущению одетого по сезону человека. В случае ожидаемой ветреной погоды она отличается от предсказываемой абсолютной температуры воздуха. Почему?

§ 46–47. БОРЬБА С ОПАСНЫМИ «НАХЛЕБНИКАМИ»



Какие инфекционные заболевания вы знаете?
Какие микроорганизмы могут «претендовать на проживание» в организме человека?





Человек калориен и вкусен для болезнетворных микроорганизмов, а его внутренняя среда постоянна и удобна для их жизни. Как уберечься от «нахлебников»?

Наша иммунная система – это боеспособная армия, обороняющая организм от злейших врагов – болезнетворных микроорганизмов. Окружающий нас мир буквально кишит ими: бактериями, вирусами, патогенными грибами и животными-паразитами. Они стремятся проникнуть из внешнего нестабильного мира в стабильную, богатую всем необходимым для их жизни внутреннюю среду нашего организма. Мы не отдаем себе отчета в том, насколько надежно защищены от такой агрессии. Но ребенок, родившийся с серьезными нарушениями этой защиты, обречен на скорую гибель, если его не изолировать от внешнего мира.

Что такое иммунитет

Организм защищается от воздействий – вторжений болезнетворных микроорганизмов, чужеродных клеток, тканей, инородных тел и веществ – самыми различными способами. Из них складывается единый защитный механизм, называемый **иммунитетом**. Существуют **неспецифический** и **специфический** иммунитет. Неспецифический иммунитет – врожденная реакция организма на «внешнюю агрессию» – обращен против всех агрессоров сразу, невзирая на их размеры и происхождение. Это и барьерная функция кожи и слизистых оболочек, выработка организмом бактерицидных веществ и многое другое, о чем пойдет речь ниже.

Специфический иммунитет организма направлен сначала на распознавание захватчика, а затем его уничтожение специально для него выработанным механизмом. Этот механизм запоминается организмом и при повторном вторжении срабатывает вновь.

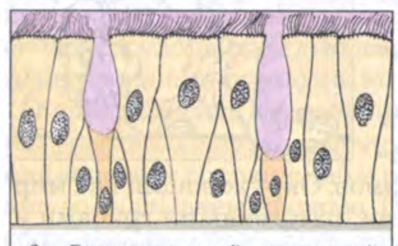
ИММУНИТЕТ

Неспецифический (врожденный)		Специфический (приобретенный)	
Гуморальный	Клеточный	Гуморальный	Клеточный

1. Виды иммунитета.

Иммунитет может обеспечиваться специальными клетками, и тогда он называется **клеточным**, или вырабатываемыми клетками и растворенными в крови, лимфе и тканевых жидкостях веществами – это **гуморальный иммунитет**.

«Первая линия защиты»



2. Реснитчатый эпителий бронхов.

Оборона человеческого организма от внешних агрессий организована по всем правилам «военного искусства». В ней несколько линий. Первая и очень мощная линия неспецифического иммунитета. Кожа надежно предохраняет наш организм от проникновения вредных микроорганизмов. Другие клетки, которые в той или иной степени соприкасаются с внешней средой, – клетки слизистых оболочек ротовой полости, внутренних поверхностей кишечного тракта, дыхательных, мочевых и половых путей – защищают наш организм иначе. Они выделяют слизь, задерживающую и смывающую частицы пыли, которые содержат множество микроорганизмов. У многих эпителиальных клеток есть еще и реснички, которые удаляют эту слизь из организма. Слезы и слюна не только смывают агрессоров с поверхности эпителия, но и содержат бактерицидные вещества. Во многих органах постоянно присутствуют дружественные нашему организму бактерии. Они вырабатывают ядовитые для вредных бактерий вещества или, конкурируя с ними за питательную среду, вытесняют непрошеных гостей.

«Вторая линия защиты»

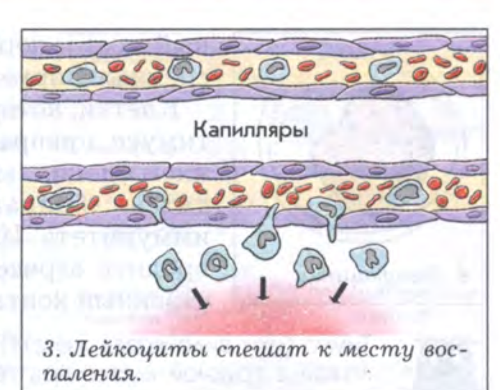
Но остановить всех агрессоров «на пороге» просто невозможно – слишком привлекательна для них наша внутренняя среда. Второй эшелон борьбы с ними находится в крови, тканевых жидкостях и лимфе. Это гуморальные средства защиты, о которых мы будем говорить дальше.

Во многих клетках вырабатывается белок *интерферон*, образующийся после попадания в эти клетки мертвых или живых вирусов. Он обладает довольно широким противовирусным действием. Белки сыворотки крови активизируются микроорганизмами и, как в морском бою, атакуют их мембраны, проделывая в них отверстия. Это убивает микроорганизмы.

Воспаление

Исследование иммунитета началось с обнаружения клеток, пожирающих микробов. Они были открыты И.И. Мечниковым. Изучая клеточное строение прозрачных личинок морской звезды, ученый заметил, как подвижные клетки окружают шип розы, вставленный

под кожу личинки. Он заключил, что эти клетки поглощают чужеродные объекты, попавшие в организм, и назвал клетки фагоцитами. Затем И.И. Мечников пришел к выводу, что в организме человека роль фагоцитов играют лейкоциты. Исследования ученого привели к пониманию еще одного механизма неспецифической защиты организма – **воспалительной реакции**, или **воспаления**.



3. Лейкоциты спешат к месту воспаления.

Если под кожу попала грязная заноза или колючка, лучше ее сразу удалить и продезинфицировать пораженное место йодом или зеленкой. Но мы не всегда вовремя замечаем занозу, а она никогда не бывает стерильной, и вместе с ней под кожу попадают опасные для нас микроорганизмы. В питательной внутренней среде они начинают быстро размножаться. Поврежденные ткани организма выделяют вещества, которые вызывают расширение сосудов, приток крови к поврежденному участку. Возникают характерные покраснение и повышение температуры. Проницаемость стенок сосудов возрастает, плазма крови начинает просачиваться в поврежденный участок, возникает **отек.** Лейкоциты покидают сосуды, «протискиваясь» с помощью псевдоподий между эндотелиальными клетками сосудов. Они «поедают» бактерии и продукты распада тканей до тех пор, пока накопившиеся продукты распада не убивают их. Скопление тканевых клеток, бактерий, и в особенности живых и погибших лейкоцитов, образует густую желтую жидкость, называемую **гноем**. Кожа поврежденного участка становится тоньше и, наконец, прорывается. Заноза с гноем изгоняется наружу. Мы вновь встретились с уже знакомыми нам клетками крови – лейкоцитами. Они бывают разных типов, два из которых – *макрофаги* и *нейтрофилы* – способны к фагоцитозу и принимают участие в воспалительной реакции.

«Бойцы невидимого фронта»

Несмотря на то что механизмы неспецифического иммунитета достаточно эффективны, микроорганизмы «умеют» преодолевать «первую линию защиты». И как это ни удивительно, но в эволюции была создана система защиты от каждого конкретного организма или от каждой чужеродной молекулы. Главные действующие лица этой «второй линии защиты» – специфического иммунитета – еще один тип лейкоцитов – **лимфоциты**.

Все лейкоциты развиваются из стволовых клеток красного костного мозга, дающих начало всем клеткам крови. Но те дочерние клетки, из которых впоследствии разовьются лимфоциты, быстро покидают кост-

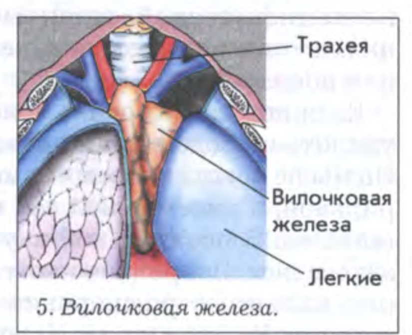

4. Лимфоцит.

ный мозг и переносятся кровью к органам, где они специализируются.

Клетки, которые оседают в вилочковой железе – тимусе, превращаются в Т-лимфоциты. Под влиянием специальных гормонов Т-лимфоциты становятся «бойцами» клеточного специфического иммунитета. Их основная задача – найти и обезвредить агрессоров, вступив с ними в непосредственный контакт.



Тимус (или вилочковая железа) расположен в грудной клетке под грудиной около передней стороны сердца. Он начинает свою работу в период внутриутробного развития, когда в него поступает наибольшее количество лимфоцитов. В дальнейшем количество лимфоцитов, поступающих в железу, становится все меньше и меньше, и, когда человек достигает 12-летнего возраста, тимус начинает рассасываться и к старости превращается в жировую ткань.



5. Вилочковая железа.

Другие клетки, покинувшие ткань костного мозга, попадают в лимфатическую ткань тонкого кишечника, аппендикса или миндалин. Они также «проходят обучение» в этих органах, но получают иную «специальность», нежели Т-лимфоциты. Их называют В-лимфоцитами. Эти клетки – работники гуморального специфического иммунитета. В борьбу с врагом вступают не сами клетки, а вырабатываемые ими специальные защитные белки – **антитела.**



Белки-рецепторы, расположенные на мембране лимфоцита, соответствуют только одному чужеродному агенту. Как только клетка встретит «своего» недруга, ее рецепторы свяжутся с ним – и клетка начнет размножаться. В этом случае возникает целая армия одинаковых клеток, готовых бороться с определенным врагом. Как видите, «армии клонов» были созданы природой задолго до появления этой идеи у авторов «звездных войн». Но в нашем организме враг сам избирательно активирует те клетки, которые наиболее приспособлены к борьбе с ним. Вот почему этот вид иммунитета носит название специфического. Это целый арсенал оружия против врагов, со многими из которых мы можем и не встретиться в течение своей жизни.

Гуморальный специфический иммунитет – подбор «ключа к замку»

Система гуморального специфического иммунитета начинает свою работу с выработки лимфоцитами антител. Антитела вырабатываются в ответ на проникновение в организм **антигенов** – чужеродных макромолекулярных веществ. Антигенами могут быть бактерии,

вирусы, любые клетки и вещества с крупными молекулами, состав которых отличается от состава собственных клеток и веществ организма. Антиген проникает в кровь и встречается с В-лимфоцитами. Клетки, «настроенные» на этот антиген, блокируют его и начинают делиться. Вскоре возникают миллионы «клонов» плазматических клеток. Когда их накапливается достаточное количество, большинство из них перестает делиться и начинает вырабатывать огромное количество антител одного вида.

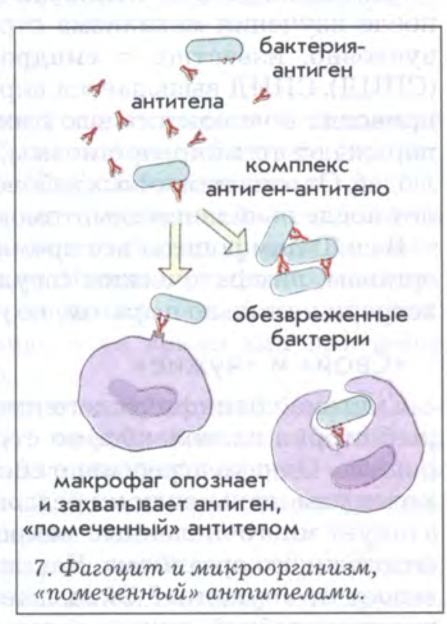
стволовая клетка
Т-лимфоцит
В-лимфоцит
антиген
клетка памяти
плазматическая клетка
многократное деление
антитела к данному антигену

6. Выработка антител.



Жизнь плазматических клеток коротка – всего несколько дней, но в это время они работают, как пулемет: клетки могут синтезировать и выделять около 2 тыс. идентичных молекул антител в секунду. Эти антитела уже не связаны с клетками, а свободно перемещаются, циркулируют в крови, проникают в другие жидкости и ищут вторгшиеся в организм антигены.

Когда антитела «узнают» антиген, вызвавший их появление, они образуют с ним *комплекс антиген-антитело*. Такой комплекс обезвреживает вирусы, бактериальные токсины и яды, блокируя их способность присоединяться к рецепторам на клетках-мишенях, и способствует ускоренному выведению их из организма. Антитела могут связываться с поверхностными молекулами мембраны микроорганизмов. В этом случае они служат метками для фагоцитов. Рецепторы мембраны фагоцитов постепенно «пристегиваются» к меткам-антителам, как застежка-липучка. Фагоцит обволакивает частицу, сливается по краям – и клетка начинает переваривать микроорганизм.



7. Фагоцит и микроорганизм, «помеченный» антителами.



Наш организм злопамятен. Не все В-лимфоциты, встретившие антиген, создают плазматические клетки. Некоторые из их дочерних клеток превращаются в клетки памяти. В отличие от плазматических они продолжают жить и после исчезновения антигена, сохраняя способность взаимодей-

ствовать с этим антигеном даже через много лет, если он появляется вновь. Тогда происходит массовый выброс антител, который нейтрализует антиген значительно быстрее, чем это происходило в первый раз. Это явление называется иммунологической памятью.

Клеточный специфический иммунитет

В отличие от В-лимфоцитов Т-лимфоциты в тимусе получают отличные друг от друга свойства. Например, существуют Т-киллеры («убийцы») и Т-хелперы («помощники»). Т-лимфоциты взаимодействуют с антигеном лишь тогда, когда он сосредоточен на мембране клеток.

Вирусы, попав в наш организм, почти сразу проникают в клетки, где они недоступны для антител. Единственный способ избавиться от них – убить зараженную клетку. Пораженная вирусом клетка немного меняет свою структуру, на поверхности ее мембраны есть вирусные белки. Это помогает Т-киллерам отличить больные клетки от здоровых, связаться с ними и убить.

Т-хелперы, оправдывая свое название, помогают большинству лимфоцитов выполнить свою работу – способствуют активированию В-лимфоцитов и макрофагов.

Огромная роль Т-хелперов в иммунитете стала особенно понятна после изучения механизма страшного заболевания, которое всем, безусловно, известно, – **синдрома приобретенного иммунодефицита** (СПИД). СПИД вызывается вирусом, который убивает Т-хелперов. Это приводит в негодность всю иммунную систему. Организм заболевшего поражают те микроорганизмы, которые редко инфицируют здоровых людей. От этих вторичных заболеваний больные СПИДом через несколько лет после появления симптомов основной болезни и могут умереть.

В- и Т-лимфоциты все время путешествуют по крови, лимфоидным органам, лимфатическим сосудам. Как мы убедились, им необходимы встречи не только с врагом, но и друг с другом.

«Свои» и «чужие»

Система специфического иммунитета действует в организме, который собран из молекул, по строению часто очень похожих на чужеродные. Однако агрессивно система реагирует только на чужеродные молекулы, даже если их безграничное множество, и в то же время не атакует многочисленные макромолекулы, вырабатываемые клетками собственного организма. Как же эта замечательная система отличает «свое» от «чужого»? Оказывается, она «учится» этому еще в период внутриутробной жизни организма. Если незрелый лимфоцит в это время встретит соответствующий ему антиген, он погибает. Поскольку с собственными макромолекулами лимфоциты сталкиваются постоянно, все те клетки, которые «настроены» против собственных молекул, погибают еще до рождения ребенка.



Однако известно много случаев сбоя в работе иммунной системы, когда она принимает свои антигены за чужие и атакует их. Такие заболевания называются аутоиммунными. Они возникают, когда образуются антитела к «своим» антигенам (так называемые аутоантитела), или развивается Т-клеточный иммунный ответ на них, или включаются обе системы иммунитета вместе. Например, при рассеянном склерозе – хроническом аутоиммунном заболевании центральной нервной системы – образуются аутоантитела на миелин. Проведение нервных импульсов по поврежденным аксонам нарушается. Это может привести к разнообразным нарушениям, начиная с отклонений в речи (неразборчивости) и заканчивая параличом.

Аллергия

Иммунная система иногда по ошибке болезненно реагирует на обычные безобидные вещества, например пыльцу растений, и после повторных контактов с таким веществом могут возникать очень сильные негативные реакции. Они сопровождаются усилением кровотока в коже и слизистых, появлением зудящей сыпи, спазмом бронхов. Такое состояние называется **аллергией**. Вещество, провоцирующее аллергическую реакцию, называется аллергеном. Наиболее распространенные аллергены – это пыльца растений, мельчайшие кусочки кожи, перемещающиеся с пылью, некоторые пищевые продукты, а также продукты бытовой химии.

Виды иммунитета

Человек никогда не болеет чумой собак: условия нашего организма не подходят для жизнедеятельности возбудителя этой болезни. Значит, мы обладаем **видовым иммунитетом** к такому заболеванию.

Некоторые антитела ребенок наследует от родителей и становится невосприимчив к заболеванию, которым может болеть другой человек. Такой иммунитет называют **врожденным**. Например, местное население районов, в которых распространен клещевой энцефалит, невосприимчиво к данному заболеванию, в то время как приезжие очень часто заражаются этой болезнью.

После перенесенного заболевания против возбудителей болезни вырабатывается иммунитет. Его называют **приобретенным**. Переболев корью, ветрянкой и многими другими заболеваниями, человек уже, как правило, не болеет ими повторно. Видовой, врожденный и приобретенный иммунитеты называют **естественными**.

Чтобы уберечь человека от таких страшных заболеваний, как оспа, туберкулез, полиомиелит, сибирская язва, дифтерия и многие другие, у него вырабатывают **искусственный** иммунитет.

При создании **искусственного пассивного** иммунитета человеку вводят лечебную *сыворотку*, содержащую уже готовые антитела. Сыворотку готовят, многократно вводя лошади антиген, например дифтерийный токсин. Организм животного вырабатывает на него антитела.

После этого у лошади берут кровь, освобождают ее от форменных элементов, удаляют фибриноген. В полученной сыворотке крови содержатся антитела, выработанные в организме лошади. Сыворотку вводят заболевшему человеку для лечения или еще не заболевшему, чтобы предупредить заболевание.

Искусственный активный иммунитет создают, вводя в организм небольшое количество антигена в виде вакцины. Такой процесс называется **вакцинацией**, или иммунизацией. В организм вводят ослабленные или убитые микроорганизмы или выделенные из них макромолекулы, вызывающие иммунологическую реакцию на данные микроорганизмы. Человек не заболевает, но у него вырабатываются собственные антитела к этому антигену. При повторной встрече организма с этим возбудителем в крови уже присутствуют клетки памяти, поэтому клеточные и гуморальные иммунные реакции будут развиваться значительно быстрее, чем при первом контакте. После прививки человек чаще всего уже не болеет данной болезнью или, если болеет, то сравнительно легко.

Иммунитет – способность организма защищаться от инородных вторжений. Неспецифический иммунитет обращен против всех «агрессоров» сразу. Специфический иммунитет организма направлен на распознавание захватчика, а затем его уничтожение специально для него выработанным механизмом. Главные действующие лица иммунитета – лимфоциты. Основные черты системы специфического иммунитета: способность отличать «свои» макромолекулы от «чужих» и длительно воспроизводить найденный способ борьбы с данным возбудителем.

Иммунитет, неспецифический и специфический иммунитет, клеточный и гуморальный иммунитет, воспаление, антитела, аллергия, СПИД, вакцинация



1. Чем отличаются друг от друга специфический и неспецифический иммунитет?
2. Что останавливает возбудителя «на пороге» организма?
3. Каковы средства борьбы с возбудителем, ворвавшимся в организм?
4. Какую роль в защите от «агрессора» играют антитела?
5. В чем заключается опасность СПИДа?
6. В чем отличие сыворотки и вакцины?



7. Воспаление – результат работы иммунной системы. Почему же его приходится лечить?
8. Предложи гипотезу, объясняющую появление лимфоцита, способного вырабатывать антитела к новому антигену.
9. Как проявляются болезни иммунной системы?

§ 48. И ВЕЧНЫЙ БОЙ ...



Какие способы укрепления здоровья вам известны?
Что такое болезнь?
Какие болезни вы знаете?





Всегда ли легко отличить здоровый организм от заболевшего? Какие есть для этого способы?

Знаете ли вы, что такое болезнь? Вероятнее всего, ответ будет утвердительный. Однако и здоровье, и болезнь — это сочетание двух процессов — повреждения и защиты, и часто нелегко отличить одно от другого.

Что такое болезнь?

Ответ на этот вопрос человечество долго искало в действии мистических сил, насылающих кару за грехи. Но и в те далекие времена были люди, умеющие наблюдать и анализировать факты. Они замечали, что вспышки одних болезней связаны с определенным временем года, другими чаще болеют дети, чем взрослые. В течение многих лет знания постепенно накапливались, становились совершеннее, ученые вооружались множеством приборов, важнейшим из которых стал микроскоп.

Революцию в умах врачей совершила теория клеточной патологии одного из крупнейших ученых XIX века Рудольфа Вирхова. Ученый утверждал, что болезнь — проявление жизни, борьбы организма с нарушениями в его внутренней среде, а сущность всех болезней заключена в нарушении работы клеток.

Мы уже знаем, что организм может нормально существовать, только если состав его внутренней среды колеблется в определенных, достаточно узких пределах. Количество разных агрессивных факторов, ежесекундно действующих на наш организм, огромно. Но организм умеет бороться с ними, и сопротивление идет непрерывно. Болезнь начинается тогда, когда действие агрессивных факторов прорывает «линию защиты» орга-



1. *Агрессивные факторы.*

низма. «Тепличные условия» внутренней среды нарушаются – и нормальная работа клеток становится невозможна. В этом случае все силы организма направляются на борьбу за восстановление «покоя». Когда защитные реакции оказываются достаточно крепкими для того, чтобы восстановить показатели внутренней среды, наступает выздоровление.

Тревожные симптомы

Беспричинная усталость предвещает болезнь.
Гиппократ

Когда мама замечает, что ребенок плохо ест, ослаб и потерял интерес к окружающим событиям, она начинает беспокоиться – а не заболел ли он? Это волнение обоснованно: первые признаки у многих заболеваний одинаковые – слабость, потеря аппетита, апатия, и только спустя некоторое время проявляются признаки, характерные для конкретной болезни. Первым в науке на это обратил внимание великий канадский ученый Ганс Селье. Оказалось, что подобные симптомы можно наблюдать не только перед началом болезни, но и в других случаях, требующих мобилизации внутренних ресурсов организма.

Сильное повышение или понижение температуры, снижение количества кислорода в воздухе, голод или жажда, кровопотеря, физические усилия, травмы, инфекции, чрезмерная умственная нагрузка – все эти факторы грозят постоянству внутренней среды, и организм приступает к защите, еще не распознав источник опасности. Активируется гипофиз и другие железы внутренней секреции, усиливается деятельность сердца, повышается артериальное давление, в целях экономии энергии снижается деятельность пищеварительной системы и подавляется аппетит. Такая реакция, повышающая общую сопротивляемость организма, называется адаптационным синдромом, или **стрессом**.

Положительная сторона стресса состоит в том, что «на все случаи жизни» существует одна и та же реакция мобилизации всех сил организма, которая всегда рефлекторно включается в ответ на угрозу нарушения постоянства внутренней среды. Сопротивляемость организма увеличивается, и только потом включается специфический ответ на фактор, который был причиной возникновения стресса – усиливается кроветворение при кровопотере, включаются иммунные реакции при инфекции, растет содержание гемоглобина в эритроцитах при недостатке кислорода. Организм борется с инфекцией или «привыкает», адаптируется к изменениям во внешней среде. Стресс – замечательная защита, но она не может продолжаться долго и требует восстановления сил. Если напряжение длительное, то организм может дорого заплатить за способность к мобилизации: внутренние ресурсы истощаются, защита организма ослабевает. Вот почему мы часто болеем после сильных волнений, переживаний.

Стрессов нельзя избежать, а некоторые из них, такие как умеренные физическая и умственная нагрузки, сильные положительные эмоции, даже поддерживают и повышают силы, иммунитет, сопротивляемость. Но чрезмерное напряжение, сильные и частые огорчения и разочарования, курение и злоупотребление алкоголем приводят к значительному снижению сопротивляемости и нередко заканчиваются болезнями.

Борьба за жизнь

Иногда стрессовой реакцией организма все и ограничивается – температура держится недолго, а затем человек опять чувствует себя совсем здоровым. Но может случиться и так, что агрессивные «атаки» повреждающих факторов, вирусов, бактерий сильнее противодействия организма в данный момент. Начинается борьба – болезнь.

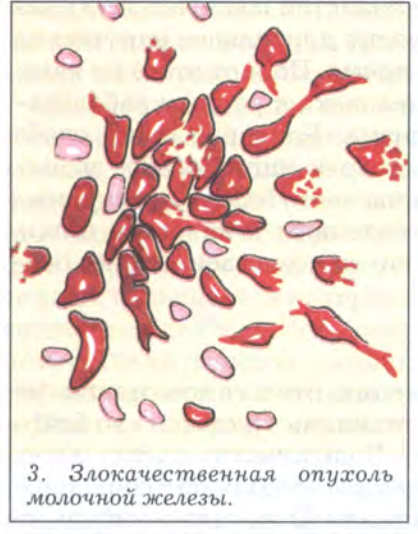
Иногда достаточно однократного действия какого-то фактора для того, чтобы заболеть. Например, чтобы отравиться, достаточно один раз съесть что-то несвежее. А к возникновению таких заболеваний желудочно-кишечного тракта, как воспаление слизистой оболочки желудка (гастрит) или толстой кишки (колит), приводит длительное нарушение режима питания – еда всухомятку и не вовремя. Но и от этого не каждый человек заболеет. Восприимчивость человека к разным заболеваниям зависит от особенностей его организма. Как враг ищет слабо укрепленные участки в цитадели, так «агрессоры» ищут «слабое звено» в нашем организме. Некоторые люди склонны часто болеть простудными заболеваниями, другие – очень чувствительны к качеству пищи. «Слабое звено» организма определяется его наследственностью, особенностями строения, развития.

«Мятежные клетки»

Не всегда опасность грозит извне. Бывает так, что в самом организме возникает очаг агрессии. Клетки нашего организма трудятся «во благо общего дела, жертвуя своими интересами». Большинство из них очень специализированы, не могут делиться и строго «исполняют свою партию» в общем «хоре» клеток определенной ткани. Если какая-нибудь из клеток по какой-то причине самовольно изменит свою «партию», может возникнуть хаос. Именно «неповиновение» клетки общему закону приводит к такому страшному заболеванию, как *рак*.

Размеры органов более или менее постоянны, а значит, постоянно и число клеток, составляющих ту или иную ткань этого органа. Умершие клетки восполняются за счет тех отделов ткани, где клетки могут делиться. Обычно скорость деления этих клеток приблизительно соответствует скорости гибели клеток ткани. Вы помните, как клетки «строят» ткань. Они выделяют межклеточное вещество, состав и количество которого зависят от типа ткани. Клетки взаимодействуют с «соседями», и если последних мало, у клеток есть «площадь для жилья», а когда


2. Доброкачественная опухоль молочной железы.


3. Злокачественная опухоль молочной железы.

становится тесно, клетки перестают делиться. Но бывает так, что молодые клетки, вопреки правилам, начинают делиться быстрее, чем гибнут старые, невзирая на тесноту. В этом месте орган начинает разрастаться – образуется опухоль. Она растет, но если ее клетки связаны только с клетками своей ткани и не стремятся внедриться в другие, эта опухоль неопасна, и ее называют **доброкачественной**. Когда она начинает мешать, ее удаляют хирургическим путем, и все приходит в норму.

Но иногда в хранительнице наследственной информации – молекуле ДНК одной из клеток – могут произойти небольшие изменения, последствия которых оказываются трагическими. «Общественное» поведение этой выбившейся из всего ряда клетки меняется коренным образом. Она утрачивает «чувство локтя», свойственное здоровым клеткам многоклеточного организма, не чувствует объема ткани, в которой живет, и все время делится, «не обращая внимания» на тесноту. В результате появляются клетки с таким же «антиобщественным» поведением, что и первая. Они начинают «бороться за территорию» с клетками других тканей, внедряются между ними, начинают теснить. Так же как при развитии лимфоцитов, возникает «армия клонов», но в данном случае такая «армия» очень опасна для организма. Это **злокачественная**, или **раковая, опухоль**, рак. Раковые клетки более «независимы», чем здоровые, поэтому они могут отрываться от первичной опухоли и с током крови и лимфы разноситься по всему организму. И везде эти клетки внедряются в «чужие» ткани и начинают делиться, нарушая нормальную работу органа.

А как же защитные силы организма? Они не способны защитить его от образования «захватчиков»? Безусловно, могут, и в большинстве случаев очень успешно. Опухолевые клетки появляются в организме довольно часто, значительно чаще, чем развиваются злокачественные опухоли, но иммунная система опознает их и благополучно уничтожа-

ет. Раковые опухоли развиваются тогда, когда защитные силы организма по каким-то причинам терпят поражение.

Провоцировать появление опухолевых клеток способны некоторые вещества, называемые канцерогенными. Такие вещества содержатся, например, в табачном дыму и могут вызвать рак легких. Молекулу ДНК способны изменить и некоторые вирусы, но значительная часть опухолей развивается по неизвестным причинам.

Болезнь – отражение борьбы организма с факторами, нарушающими постоянство его внутренней среды. Защитные силы организма включаются еще до того, как он «разберется» в том, что является причиной опасности. Такая реакция называется стрессом. Некоторые заболевания, например рак, – следствие нарушений функций клеток в самом организме.

Стресс, доброкачественная, злокачественная опухоль

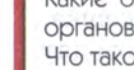


1. Что такое болезнь?
2. Почему перед тем, как заболеть, человек чувствует слабость, теряет аппетит?
3. Почему стресс называют «болезнью современности»?
4. Что такое злокачественная опухоль?



5. Как вы понимаете афоризмы:
   «Умеренность – союзник природы и страж здоровья» (Абу-аль-Фарадж)
   «Надежда выздороветь – половина выздоровления» (Вольтер)
6. Если человек страдает каким-то серьезным заболеванием, то, как правило, у него обнаруживаются и другие, хотя и более легкие. Как вы думаете почему?

§ 49. РЕФЛЕКС – ПРОСТОЙ ЭЛЕМЕНТ СЛОЖНОГО ПОВЕДЕНИЯ



Какие отделы мозга управляют работой внутренних органов?
Что такое рефлекс?
Как устроена рефлекторная дуга?





Две лабораторные крысы разговаривают в клетке:
– Знаешь ли ты, дорогая, что такое условный рефлекс?
– Нет.
– Вот сейчас я нажму на эту педаль, и тот истукан в белом халате даст мне поесть!



Что же такое условный рефлекс? Можно ли свести к таким простым реакциям все поведение человека?

В середине XIX века великий русский ученый И.М. Сеченов пришел к мысли о том, что «...все акты сознательной и бессознательной жизни по способу происхождения суть рефлексы», то есть именно рефлексы лежат в основе как регуляции внутренних процессов, так и поведения животных и человека. Правильность заключения И.М.Сеченова подтвердили эксперименты другого замечательного русского исследователя И.П. Павлова. Он выделил две большие группы рефлексов – безусловные и условные.

Основа поведения – безусловные рефлексы и инстинкты

Вы знаете, что в ответ на некоторые факты и события наш организм реагирует незамедлительно, независимо от нашего сознания и желания. Сев на кнопку, вы подскочите, даже если вы находитесь на приеме у английской королевы, и ваше поведение наверняка сочтут неприличным.

Такого рода раздражители и вызванные ими рефлексы И.П. Павлов назвал **безусловными**. Их нейронные дуги формируются еще до рождения, и им не нужно обучаться, а сигналом для запуска безусловного рефлекса служит воздействие определенных раздражителей на рецепторы. Совершенствуясь в течение миллионов лет, эти рефлексы приобрели удивительную целесообразность. Благодаря им мы появляемся на свет с богатым набором «готовых ответов» на требования привычной для нас среды, и рефлексы верно служат нам еще до того, как мы чему-то научимся. Постоянство внутренней среды также поддерживают безусловные рефлексы.

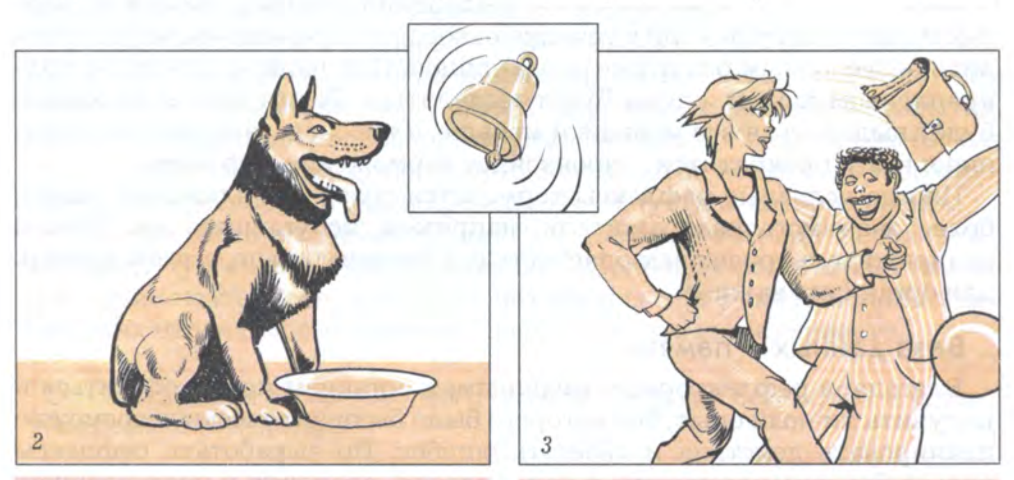
Каждому виду животных присущи свои безусловные рефлексы. Они составляют основу врожденных форм поведения. Если безусловные рефлексы образуют цепочку, в которой конечный результат действия одного рефлекса служит сигналом для запуска следующего, они могут служить основой достаточно сложных форм поведения – **инстинктов**. Наблюдая за тем, как разные кошки играют с бумажным бантиком, мы обнаружим очень много сходного в их поведении. Котенок, никогда не видевший добычи, выполняет те же действия, что и взрослая кошка, поймавшая в своей жизни немало мышей. Его поведением руководят инстинкты, передающиеся от родителей к потомству из поколения в поколение. Некоторые из них проявляются не сразу после рождения или действуют в определенный и часто короткий период развития организма. Так, новорожденный ребенок хватает и крепко сжимает любой предмет, который касается его ладони, но проходит время, и этот инстинкт угасает. А родительские инстинкты, хотя и пробуждаются уже у взрослого человека, заложены в нем от рождения.


1

Основа обучения – условные рефлексы

Опыт предков, проявляющийся через безусловные рефлексы, в нашем непостоянном мире оказывается недостаточным. В основе приобретенного поведения, или, проще говоря, опыта, лежат **условные рефлексы.** В самом начале XX века И.П. Павлов обратил внимание на то, что у собак, которые содержались в его лаборатории, во время кормления слюна начинает выделяться не при виде или запахе пищи, как бывает при обычном безусловном рефлексе, а как только собаки услышат звук шагов человека, несущего им еду. Ученый решил выяснить, как возникла такая зависимость. Перед кормлением одной из собак стали звонить в колокольчик, и вскоре слюна у животного начала выделяться при звоне колокольчика, то есть этот звук стал для нее сигналом к приему пищи. Так Павлов показал, что врожденный безусловный рефлекс можно изменить при помощи обучения и сформировать новый рефлекс. Такие раздражители и вызванные ими рефлексы ученый назвал условными, или приобретенными. Выработка условного рефлекса происходит тогда, когда сигнал, вызывающий в естественных условиях определенную реакцию (например, прием пищи), несколько раз сочетается с каким-нибудь другим, ранее бессмысленным сигналом (например, звонком), и новый сигнал начинает вызывать ту же реакцию. Для образования условной связи важно, чтобы оба сигнала поначалу были почти одновременными.

Мы часто сталкиваемся в жизни с проявлением условных рефлексов. Например, запах мандаринов у многих вызывает приятные воспоминания о новогоднем празднике, а звук, похожий на жужжание бормашины дантиста, напоминает о неприятных ощущениях при лечении зубов.



Почему собака ждет еду?

Подумайте, какие условные рефлексы связаны у вас со школьным звонком.

В то время как безусловные рефлексы основаны на сформированных и закрепленных до рождения животного связях в рефлекторной дуге, в условных рефлексах связи в цепи нейронов между рецепторами и исполнительными органами формируются в процессе обучения. Условные рефлексы приобретаются в течение всей жизни и строго индивидуальны. Они различны у разных людей, даже у однояйцовых близнецов.

Торможение условных рефлексов



Некоторые люди боятся ездить в метро после того, как во время аварии провели длительное время в вагоне поезда в тоннеле: у них возник условный рефлекс.

Если вы долго жили в одном и том же месте, а затем по какой-то причине изменили место жительства, может случиться так, что однажды, задумавшись, возвратитесь из школы домой к своему прежнему дому. Сработал условный рефлекс. Но обстоятельства вашей жизни изменились – что же вы так и будете время от времени путать адрес? Нет, вскоре вы станете безошибочно возвращаться к новому дому. Что же произошло? Прежний условный рефлекс затормозился, угас. Это происходит в тех случаях, когда условный раздражитель перестает подкрепляться безусловным.

Знакомый нам условный рефлекс выделения слюны у собаки на звонок может угаснуть, если в течение некоторого времени его не подкреплять безусловным раздражителем-пищей. При первом звонке, не подкрепленном пищей, слюна будет выделяться. Затем слюны на звонок будет выделяться все меньше и меньше, а впоследствии слюноотделение и вовсе прекратится – произойдет торможение рефлекса.

Иногда условные рефлексы тормозятся сразу под влиянием нового, более значимого раздражителя, например, испугавшего вас. Новый раздражитель грозит вам опасностью, а следовательно, его значимость для организма важнее.

База данных – память

Благодаря рефлекторным механизмам организм может обучиться и получить личный опыт, без которого было бы практически невозможно планировать действия и избегать ошибок. Но выработать рефлексы нельзя без помощи **памяти** – закрепления, хранения и последующего многократного воспроизведения информации, получаемой организмом.

В памяти хранится огромный объем информации. Любые события, которые происходят с человеком или которые он просто наблюдает как зритель, оставляют памятные следы. Но хранятся они в течение разного по продолжительности времени. Например, мы не запоминаем те номера телефонов, которыми пользуемся от случая к случаю, набираем их и тут же забываем. Такая память называется *кратковременной*.


5

Кратковременная память играет большую роль в жизни человека. С ее помощью перерабатывается самый значительный объем информации, сразу отсеивается ненужная и остается та, которая может быть полезной. Иначе говоря, кратковременная память играет роль фильтра, который пропускает нужную, уже отобранную для долгого хранения информацию. Благодаря этому не происходит информационной перегрузки другой памяти – долговременной. В ней откладывается только информация, прошедшая через кратковременную память. Например, номера телефонов дорогих нам людей мы обычно помним наизусть, тогда как многие другие забываем сразу.

Важная для нас информация может сохраняться в *долговременной* памяти годами и даже всю жизнь. Практически все, чему нас научили в раннем детстве, мы прочно запоминаем. Нельзя разучиться ездить на велосипеде, читать, если с памятью все в порядке.

Человек запоминает не отрывочные сведения, а целые образы. Эмоционально окрашенные события запоминаются гораздо лучше, чем нейтральные. Мы всю жизнь помним радостные и печальные события, часто в мельчайших подробностях. Долговременная память обычно начинает работать не сразу после того, как человек воспринял и осознал что-то конкретное, что с ним произошло, а спустя некоторое время.

Что способствует запоминанию? В первую очередь необходимо желание, «установка» на запоминание. Большую роль играет также повторение материала, причем не механическое, а с выстраиванием логических цепочек и осознанием смысла того, что вы заучиваете.

Основу поведения многих животных и человека составляют безусловные и условные рефлексы, инстинкты.

Безусловный и условный рефлексы, инстинкт



1. Что такое безусловный рефлекс и инстинкт?
2. Чем условные рефлексы отличаются от безусловных?
3. Приведите примеры условных и безусловных рефлексов из своего жизненного опыта.
4. Приведите примеры использования человеком в своих нуждах условных рефлексов у животных.
5. Какие безусловные рефлексы участвуют в поддержании постоянства внутренней среды в организме?



6. Белка запасает орехи на зиму. Это условный или безусловный рефлекс? Обоснуйте почему.
7. Вы просыпаетесь от звона будильника и, не открывая глаз, протягиваете руку и выключаете его. Такое движение – результат условного рефлекса или безусловного? Почему?

Лабораторная работа: Проверьте свою память

Рассмотрите таблицу 1 в течение 30 сек., стараясь запомнить как можно больше картинок. Закройте ее листом бумаги. Выберите из таблицы 2 те картинки, которые вы видели на таблице 1. Откройте таблицу 1 и проверьте, правильно ли вы узнали картинки.

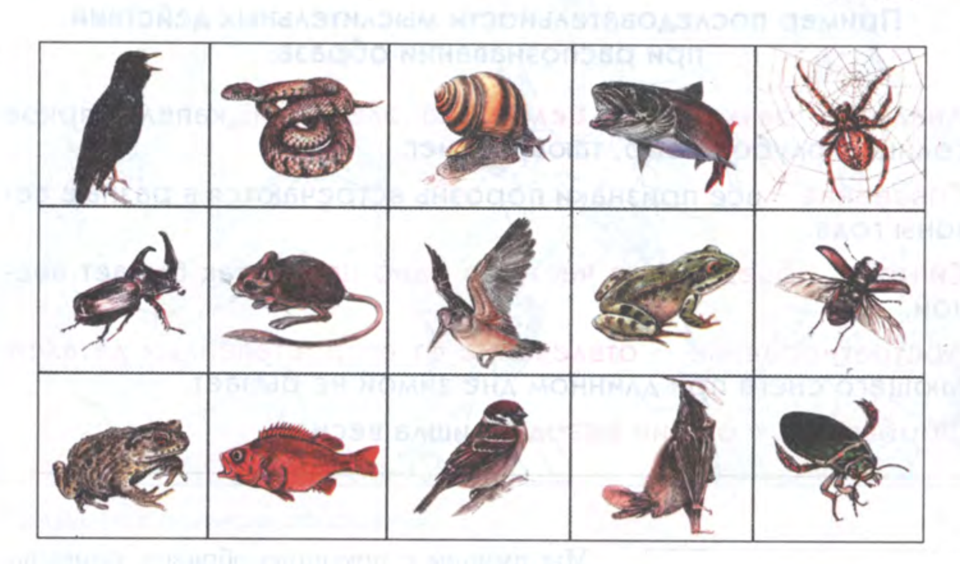
Если вы правильно запомнили все 9 картинок – у вас очень хорошая зрительная память, а если 1–3 – вам необходимо тренировать ее.

Попытайтесь проанализировать, что вам помогло запомнить картинки и узнать их.

Таблица 1



Таблица 2



§ 50. ЧТО ДЕЛАЕТ ЧЕЛОВЕКА ЧЕЛОВЕКОМ?

В чем сходство человека с животными, а в чем отличие?
Какова роль рефлексов в поведении человека?

!! Как речь связана с мышлением?



Мышление – главное свойство человека

Утром, услышав характерный звук капели, вы подходите к окну и видите яркое солнце, голубое небо, тающий снег. «Вот и весна пришла», – думаете вы. За этим простым умозаключением стоит сложная работа мозга – анализ увиденного, сопоставление со знанием, что день становится длиннее, идет март, а значит, увиденная вами картина – предвестник весны, а не кратковременная оттепель среди зимы. Такая способность применять уже имеющиеся навыки и знания в новых условиях, решать логические задачи, анализировать информацию, сопоставлять с уже известными фактами и делать выводы, обычно гораздо более сложные, называется **мышлением**.

Пример последовательности мыслительных действий при распознавании образа:

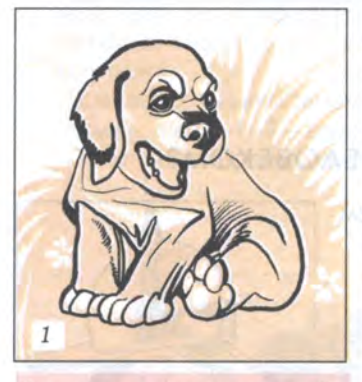
Анализ – разложение целого на элементы: капель, яркое солнце, голубое небо, тающий снег.

Сравнение – все признаки порознь встречаются в разные сезоны года.

Синтез – объединение частей в одно целое: так бывает весной.

Абстрагирование – отвлечение от второстепенных деталей: тающего снега при длинном дне зимой не бывает.

Обобщение – общий вывод: пришла весна.



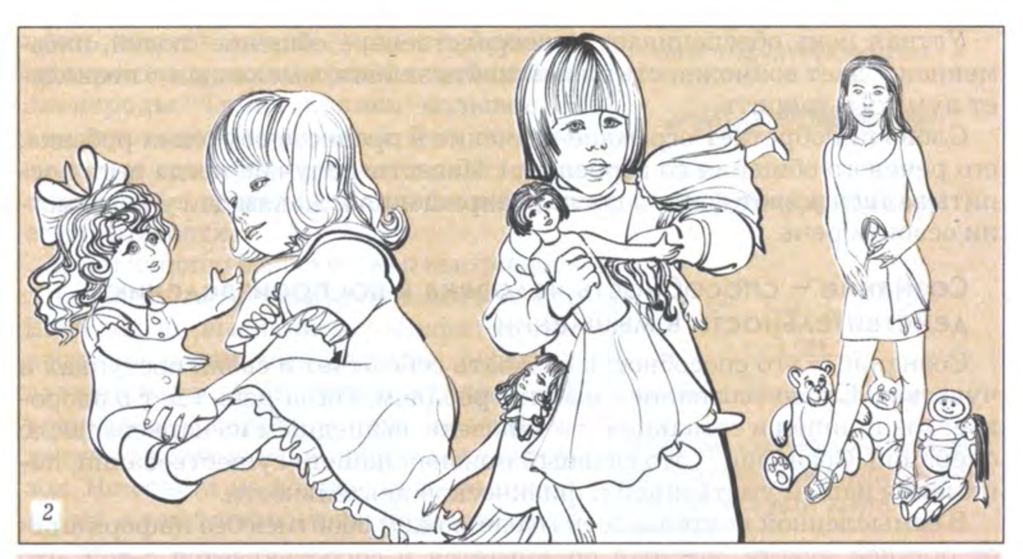
Какие мыслительные действия помогли вам понять, что на рисунке изображена маленькая собачка?

Мы думаем с помощью образов, описываемых словами, то есть в значительной степени наше мышление опирается на речь.

Речь – отличительная черта человека

Высшие животные тоже обучают своих детей. Взрослая лиса может показать лисенку, как поймать зайчонка на охоте. Но, если зайцев в лесу нет, лиса не сможет передать лисятам свое умение их ловить. В отличие от животных человек может благодаря **речи** вызвать у слушателя образ или воссоздать событие, свидетелем которого он не был.

В раннем детстве человек начинает знакомиться со словами. Сначала слова – просто звуковые обозначения предметов и людей, непосредственно окружающих ребенка, – названия вещей, частей тела, имена. Со временем мышление и речь ребенка усложняются, развивается способность к обобщению. Слово «кукла» уже обозначает не конкретную игрушку, а куклу вообще. Для обозначения же конкретной игрушки ребенок начинает употреблять дополнительные слова: большая кукла, новая кукла. По мере обогащения жизненного опыта смысл слов расширяется и углубляется. Обобщая все большее количество сигналов и отвлекаясь от их сиюминутного значения, слово делает заключенное в нем понятие более абстрактным, охватывающим широкий круг явлений, и дает нам возможность мыслить.



Придумайте примеры обобщений.

Язык позволяет, не обращаясь к непосредственным предметáм и явлениям, получать новые знания. Нам необязательно ехать на Камчатку, чтобы побольше узнать о вулканах, об этом можно прочитать в книге.

Мы пользуемся словами и для того, чтобы классифицировать предметы или события. Слово связывает их с аналогичными предметами или явлениями и позволяет поместить в соответствующую ячейку памяти. Вам, наверное, не раз приходилось слышать от ваших учителей, что для того, чтобы запомнить какой-то текст, нужно его понять, то есть связать его смысл с известными вам образами, тогда он сам найдет место на «полках» вашей памяти. Понаблюдайте обязательно за собой во время уборки вашей комнаты. Сначала вы складываете книжки к книжкам, одежду к одежде, а затем находите место этим предметам на полках ваших шкафов. И далее вы уже точно знаете, где можно найти определенную вещь, это значительно легче, чем в беспорядке. Точно так же с помощью языка нам значительно легче «навести порядок» в известных нам понятиях и воспоминаниях, а следовательно, и запомнить мы сможем больше и воспользоваться этими знаниями проще. Следовательно, наше мышление тесно связано с использованием речи.



Какую роль сыграла книга в развитии человека?

Устная речь обеспечивает непосредственное общение людей, письменная – дает возможность накапливать знания, мысленная – позволяет думать и творить.

Слово приобретает огромное значение в процессе обучения ребенка, его речевого общения со взрослыми. Известны случаи, когда дети воспитывались животными, и после возвращения к людям они уже не могли освоить речь.

Сознание – способность человека к воспроизведению действительности в мышлении

Сознание – это способность отдавать себе отчет в своих поступках и чувствах. Слово «сознание» мы употребляем, когда речь идет о здоровье: «он пришел в сознание» – о человеке, вышедшем из наркоза после операции. Сознание – это главный признак нашего существования, понимание нашей умственной и физической деятельности.

В осмысленной деятельности мы не можем обойтись без информации от органов чувств, которая оценивается и сопоставляется с той, что хранится в памяти благодаря работе множества клеток мозга. Да и потеря сознания всегда связана с какими-то «поломками» в организме, нарушающими нормальную работу мозга. Выходит, что «оторвать» сознание от работы мозга невозможно.

Ритмы мозга

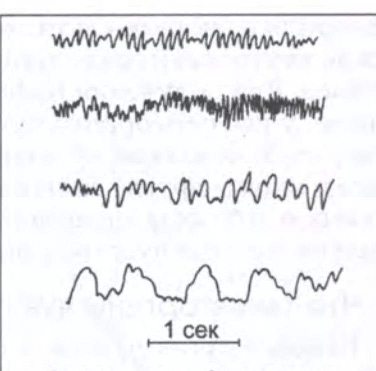


Вся наша жизнь, работа практически всех органов и систем подчинена ритмам – смене дня и ночи, времен года, лунному циклу и многим другим. Ритмы сохраняются даже в условиях, когда действие внешних факторов на организм сильно ослаблено – в подземных пещерах, где все время постоянная температура, влажность, нет смены дня и ночи. Видимо, ритмы обусловлены не внешними влияниями, а внутренними причинами. Это явление получило название «биологических часов». У человека известно более ста таких циклических процессов (например, изменение температуры тела и интенсивности выделения гормонов в течение суток), но ближе всего мы знакомы с процессом циклической смены сна и бодрствования.

Сон

Что такое сон? Это – состояние глубокого покоя и отдыха, при котором резко ослабляется самоконтроль. Мы знаем, что в то время как бодрствующий человек активно отвечает на воздействия внешней среды, во сне эта связь теряет силу, организм в значительной степени обездвижен и почти не реагирует на внешние события. Значит ли это, что мозг бездействует во время сна? Так как нейроны мозга «общаются» друг с другом с помощью электрических импульсов, можно с помощью специального прибора записать общую электрическую актив-

ность клеток мозга («хор» нейронов), прикрепив к коже головы небольшие электроды. Такая запись называется *электроэнцефалограммой*. Она показывает, что сон – не перерыв в деятельности мозга, а другая, циклическая форма его активности.



4. Электроэнцефалограмма.

Во время сна несколько разных типов активности мозга циклически сменяют друг друга.

Всем хорошо известно, как высока биологическая потребность человека во сне. Если мы не выспались, снижается скорость реакции на внешние события, путаются мысли. Очевидно, что сон необходим для восстановления сил, «приведения организма в порядок» после нагрузок. Но ответа на вопрос, как это происходит, к сожалению, пока не существует.

Человек отличается от животных хорошо развитыми мыслительными способностями, речью.

Мышление, речь, сознание



1. Как связаны между собой мышление и речь?
2. Что играет главную роль в развитии речи ребенка?
3. В чем заключается благотворная роль сна?



4. Какова роль речи в развитии цивилизации?
5. Приведите примеры сознательных и бессознательных действий человека.

§ 51. ЧЕМ МЫ ВИДИМ, СЛЫШИМ И ЧУВСТВУЕМ НА САМОМ ДЕЛЕ?



Для чего нужна система «датчиков» в организме?
Куда поступают сведения об изменениях во внутренней среде организма?
Какие органы чувств вам известны?



Мы смотрим глазами и слушаем ушами. А чем же мы видим и слышим?



Качество нашей жизни зависит от того, насколько успешно мы представляем себе мир, в котором живем и действуем, насколько точно осуществляется связь наших ощущений с движением. Мы уже

говорили о системе «датчиков», которые сообщают мозгу об изменениях во внутренней среде организма, напряжении мышц и положении суставов. Для получения информации о том, что происходит во внешней среде, у нас есть органы чувств. Все знают пять основных чувств: зрение, слух, осязание, обоняние, вкус. На самом деле мы воспринимаем еще и многие другие виды информации, например, о силе тяготения, болевых и других воздействиях, так что можно сказать, что у нас есть не только «шестое чувство», но и седьмое, и даже десятое.

Что такое органы чувств?

Каждый орган чувств – это рецепторы, воспринимающие сигнал и многочисленные вспомогательные «приспособления», которые обеспечивают создание хороших условий для его приема. Сигнал или раздражитель – это физический фактор окружающей среды: свет, звук, давление, предмет или вещество. Рецепторы «кодируют» информацию о раздражителе в виде нервных импульсов и передают в нервные центры.



1. Строение органа слуха.

Каждый орган чувств настроен на прием только одного типа сигналов и приспособлен для этого наилучшим образом. Например, орган слуха приспособлен к приему звуковых колебаний. Его рецепторы расположены во внутреннем ухе, а ушная раковина, барабанная перепонка, слуховые косточки служат для того, чтобы уловить, усилить звук и передать его рецепторам. Нужно отметить, что рецепторы органов чувств не всегда реагируют только на специфический для них раздражитель. Большинство рецепторов возбуждаются при резких толчках (например, при сильных ударах по голове «искры из глаз сыплются и в ушах звенит») или изменении химического состава окружающей среды, скажем, при недостатке кислорода.

Большое знание из «скудных» сведений

Но что нам необходимо знать об окружающих предметах? В первую очередь не представляют ли они опасности, съедобны ли они. Некоторые органы чувств прямо передают биологически значимую информацию, например, при прикосновении к предмету мы сразу узнаем, теплый он или холодный, твердый или мягкий. Есть такая игра: в непрозрачный мешочек опускают какую-нибудь вещь и предлагают игрокам ощупать ее и отгадать, что это такое. Иногда это бывает очень непросто,

однако почти всегда кому-нибудь удается догадаться, что находится в мешочке. Оказывается, используя сведения только о физических свойствах объекта – температуре, гладкости поверхности и т.п., мы способны узнать о предмете очень многое, воссоздать его образ и угадать, что он собой представляет. Все это возможно благодаря богатому жизненному опыту человека, хранящемуся в его памяти.



Что позволяет вам узнать предмет, которого вы не видите?

Другие органы чувств – зрения, обоняния – получают довольно скудную информацию о предмете: его освещенности или запахе, особенно на значительном расстоянии, но благодаря памяти и опыту мы издалека можем узнавать различные предметы, животных, людей. Выходит, что на основе доступной органам чувств информации лишь о малой части важных свойств (в основном физических) окружающих нас предметов мы делаем заключение о скрытых от наших органов чувств свойствах объекта и строим яркую и подробную картину окружающей действительности. Как это происходит?

«Чувствуем мозгом»

Для этого необходимо вмешательство «мыслителя» – мозга. От рецепторов по нервному пути импульсы передаются в воспринимающий центр, ответственный за определенный тип ощущений. Поступление импульсов в нервный центр означает, что начал воздействовать физический фактор, имеющий отношение именно к этой сенсорной системе. В первичном нервном центре формируется информация о силе и качестве воздействия раздражителя на систему. Эта информация передается в кору больших полушарий, где происходит основная обработка информации от органов чувств. В коре существуют высокоспециализированные участки или поля коры. Сигналы от каждого органа чувств поступают в несколько полей коры. Некоторые поля строго специфичны, то есть обрабатывают, например, только зрительную информацию.

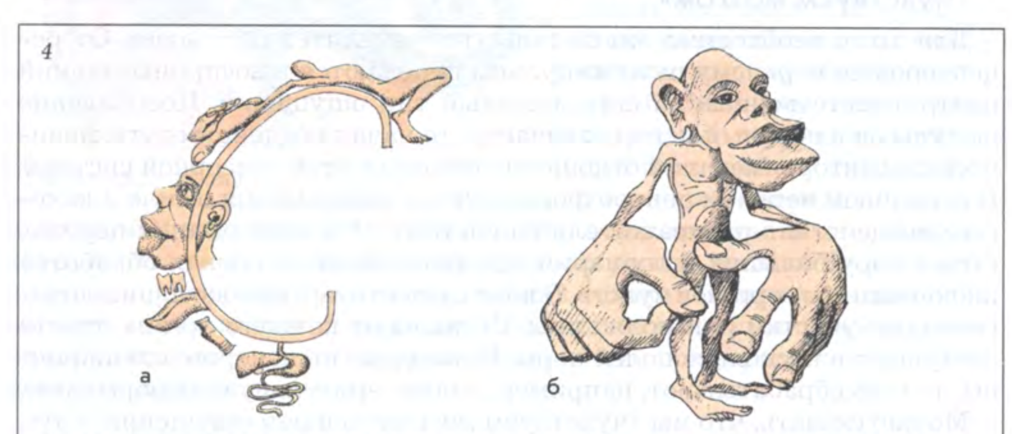
Можно сказать, что мы «чувствуем мозгом» и наши ощущения – это, скорее, «догадки», в значительной степени основанные на предыдущем опыте, чем прямо полученная информация от органов чувств. А если это «догадки», то иногда мозг должен «ошибаться». Так оно и есть. Такие «ошибки» принято называть иллюзиями.

Скрестите указательный и средний пальцы и прикоснитесь ими к кончику носа так, чтобы он оказался между пальцами. Что вы чувствуете? Возникает впечатление, что кончиков носа два. Как вы думаете почему?



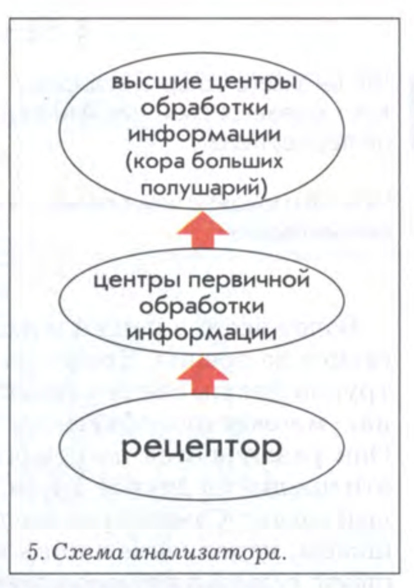
Взгляните на рисунок. Вы можете видеть на нем то два профиля, то вазу. Поскольку нет никакой «подсказки» о том, какой вариант «правильный», предпочтительный, наш мозг «толкует» это изображение то так, то иначе.

В другие поля поступает информация от двух или более органов чувств, она сопоставляется, из памяти извлекаются сведения о сходных событиях в прошлом и на этой основе формируется суждение о воспринимаемой действительности. Интересно, что от многих органов чувств в кору мозга поступает информация, строго упорядоченная пространственно. Она похожа на карту тела или, например, поля зрения. Подобно географической карте, точки, лежащие рядом на теле или в пространстве, представлены рядом и в коре. Только в отличие от географической карты маленькая область наивысшей остроты зрения или чувствительности кожи представлена в коре значительно более подробно, чем другие. Благодаря такой обработке мы имеем единую картину мира и получаем более или менее верное представление об окружающей нас действительности.



На схеме (а) показана площадь участков коры больших полушарий, обрабатывающих информацию от кожи различных участков тела человека, а на рисунке (б) показано, каковы были бы пропорции тела, если бы размеры органов соответствовали площади «обработчиков». Чем крупнее область на рисунке справа, тем больше в ней рецепторов.

С чем, на ваш взгляд, связаны различия в размерах реальных органов и их отражений на коре?



5. Схема анализатора.

Сложные процессы обработки информации, поступающей от органов чувств, которыми заняты многие отделы мозга, недоступны нашему сознанию. Мы осознаем только их результат, который называется ощущением. Например, когда рецепторы кожи воспринимают небольшое давление, у нас возникает ощущение легкого прикосновения.

Итак, те ощущения, которые доступны нашему сознанию, возникают в результате сложной совместной работы рецепторов органа чувств и многих отделов мозга, обрабатывающих полученную информацию. Поэтому правильнее говорить не об органах чувств, а о целых системах нервных образований, воспринимающих и анализирующих различные внутренние и внешние раздражения. Такие системы называют **анализаторами**, например, **зрительный анализатор**, **слуховой анализатор** и т.д.

Принцип построения всех анализаторов один и тот же: специализированные рецепторные нейроны, нервный путь, первичный воспринимающий центр, вторичные нервные центры обработки информации. Ответом на возбуждение рецепторов органов чувств, как правило, служит запуск двигательной программы.

Наш мозг совершает огромную и очень сложную работу. Он занимает центральное место между нашими ощущениями и ответным движением. Удивительно, что весь сложный процесс обработки информации от органов чувств и организации ответной реакции, с кратким описанием которого вы знакомились в течение 10–15 мин., занимает доли секунды.

Доступные нашему сознанию ощущения возникают в результате сложной совместной работы рецепторов органа чувств и многих отделов мозга, обрабатывающих полученную информацию. Системы, получающие и обрабатывающие эту информацию, называют анализаторами.

Органы чувств, анализаторы



1. Что такое органы чувств?
2. Что такое анализаторы?
3. Почему можно сказать, что мы «чувствуем мозгом»?



4. Встречались ли вы со зрительными или другими иллюзиями? Приведите примеры.

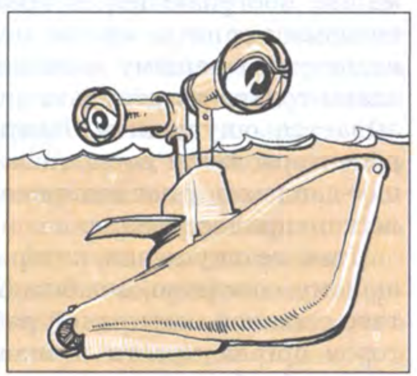
§ 52–53. «ОКНО В МИР»



Что вы знаете об органе зрения?
Как называется слой чувствительных клеток (рецепторов) глаза?



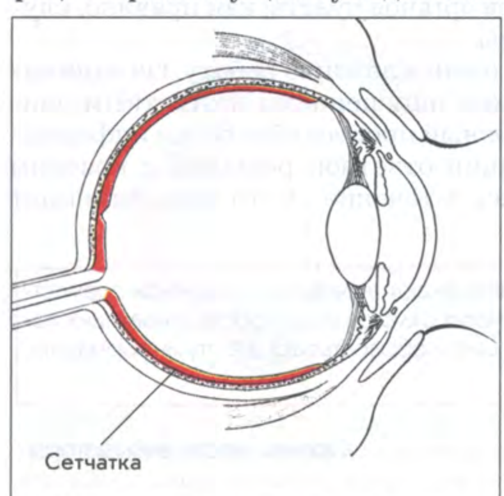
Чем глаз похож, а чем отличается от пленочного фотоаппарата?



Более всего в нашей жизни мы полагаемся на зрение. Представьте себе, как трудна жизнь слепого человека. Вокруг нас множество объемных предметов. Они различаются по величине, яркости, цвету, форме. Мы отличаем эти предметы друг от друга, хотя это не так легко, как кажется на первый взгляд. Самые простые действия – одевание, извлечение посуды из шкафа, наполнение чашки кофе – становятся трудными и даже опасными, если выключено зрение.

Палочки обеспечивают сумеречное зрение, а колбочки – дневное

Рецепторы глаза чувствительны к свету, поэтому их называют **фоторецепторами**. Существует два класса фоторецепторов – палочки и колбочки. По строению они похожи, но у палочек светочувствительная часть клетки цилиндрическая, а у колбочек – коническая, отсюда и разница в названии. Палочек в сетчатке человека насчитывается примерно 120 млн, они обладают высокой чувствительностью к свету, работоспособны при малом освещении и образуют систему сумеречного зрения. Менее светочувствительные – колбочки работают только при хорошем освещении и обеспечивают систему дневного зрения. Их в сетчатке – около 7 млн. Способностью различать цвета обладают только колбочки, поэтому в сумерках мы плохо различаем цвета.

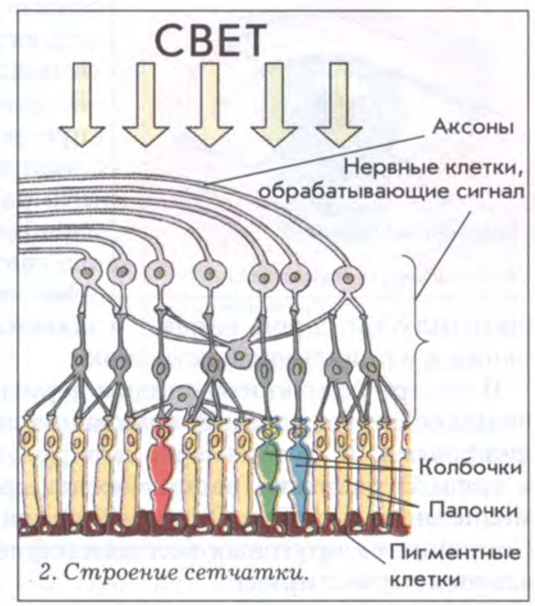


1. Светочувствительный слой глаза – сетчатка.

Где расположены рецепторы глаза?

Светочувствительный слой

Палочки и колбочки образуют **сетчатку** – светочувствительный слой на дне глазного яблока. Как ни странно на первый взгляд, светочувствительные части этих клеток направлены не навстречу падающему свету, а от него и окружены темными пигментными клетками, которые поглощают излишний свет. Пигментный слой получает питательные вещества от кровеносных сосудов и питает фоторецепторы.



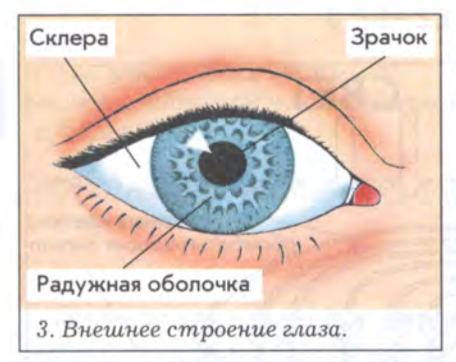
2. Строение сетчатки.

Сетчатку принято сравнивать со светочувствительным слоем фотопленки, но это не совсем правильно, так как сетчатка содержит не только фоторецепторы, но и несколько слоев нервных клеток, которые начинают обработку полученной информации, а затем передают ее в головной мозг. Аксоны последнего слоя нейронов образуют зрительный нерв, идущий в мозг. Там, где аксоны отдельных клеток собираются в единый нерв, не остается места для рецепторов и других клеток. Поэтому свет, падающий на сетчатку, оказывается невидимым. Это так называемое *слепое пятно*.

Острота зрения не одинакова в различных областях сетчатки. Примерно в ее центре существует область, где острота зрения максимальна. Этот маленький участок сетчатки содержит только плотно упакованные колбочки, там нет никаких других клеток, поэтому на поперечном срезе он выглядит как углубление и называется центральной ямкой. Для того чтобы хорошенько разглядеть интересующий объект, мы располагаем глаз так, чтобы изображение объекта попало на центральную ямку.

Разглядываем свой глаз

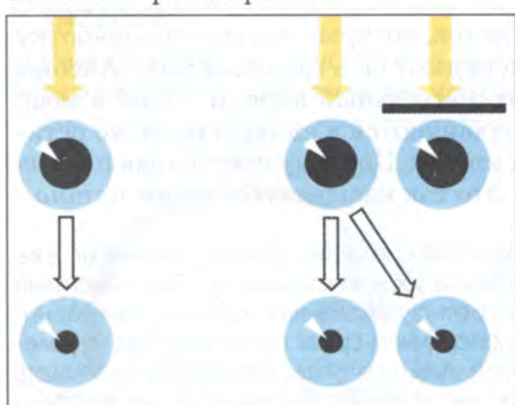
Кроме фоторецепторов, воспринимающих свет, и нервных клеток в органе зрения есть множество вспомогательных приспособлений. Некоторые из них контролируют количество света, проходящего внутрь глаза, другие представляют собой систему линз и фокусируют изображение на сетчатке. Часть этих приспособлений можно увидеть, рассматривая свой собственный глаз в зеркале. Мы обнаруживаем белую округлую поверхность – **склеру**, плотную непрозрачную



3. Внешнее строение глаза.

оболочку глаза из соединительной ткани. Она защищает внутренние структуры органа зрения и участвует в поддержании его округлой формы. В центре глаза склера становится прозрачной **роговицей**. За роговицей лежит **радужная оболочка**, или просто радужка, – кольцевая мышечная диафрагма, регулирующая количество света, попадающего в орган зрения. Она определяет цвет глаз и может быть голубой, серой, карей – в зависимости от количества и распределения в ней пигментных клеток.

В центре радужки мы видим черный круг. Это – **зрачок**, отверстие, ведущее внутрь глаза. Величина зрачка изменяется, подобно размерам диафрагмы в фотокамере, дозируя количество света, проходящего в глаз. В радужке расположены круговые и радиальные гладкие мышечные волокна. Они обеспечивают изменение размера зрачка. Сокращение круговых волокон (сфинктера) сужает зрачок, а радиальных – расширяет.


4. Содружественный рефлекс.

Этот рефлекс – классический пример регуляции с помощью петли обратной связи. При действии слишком большого количества света на рецепторы они посылают сигнал в мозг и по парасимпатическим волокнам, идущим к сфинктеру радужной оболочки, поступает приказ ей сократиться и уменьшить освещение. При тусклом освещении зрачки расширяются и на сетчатку попадает относительно больше света.

У людей молодого возраста диаметр зрачка может изменяться от 1,5 до 8 мм. Но даже такого большого диапазона часто не хватает для того, чтобы приспособиться к возможным изменениям внешней освещенности. Например, при огромном количестве белого снега, отражающего свет, освещенность становится столь высокой, что для безопасности органов зрения люди вынуждены надевать защитные темные очки.

Полезная влага

Поверхность глаза покрыта тонкой пленкой влаги – **слезной жидкостью**. Она образуется в **слезных железах** и выделяется на поверхность глаза позади век, над наружным углом глаза. При моргании движения век равномерно распределяют слезы по

поверхности. Тонкая пленка жидкости улучшает оптические свойства роговицы, и, кроме того, слезы содержат ферменты, убивающие бактерии. Слезная жидкость постоянно образуется в небольших количествах. Часть ее испаряется, а излишки стекают в носовую полость через *слезный проток*. При попадании в глаз инородного тела, например песчинки, количество слез увеличивается и мы рефлекторно начинаем моргать более интенсивно.



5. Слезные железы и протоки.

Мышцы глаза

Глаза человека имеют форму шара диаметром около 2,5 см. Они расположены в глазницах – парных углублениях черепа. Каждый глаз движется и сохраняет определенное положение в глазнице с помощью трех пар мышц. Мышцы каждой пары обеспечивают движение глаза в одной плоскости, а все три пары позволяют глазу двигаться в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. Это дает человеку возможность детального ознакомления с объектом наблюдения и точно прослеживать его перемещения.



6. а) Мышцы глаза.
б) Траектория движений глаз человека, рассматривающего портрет девушки.

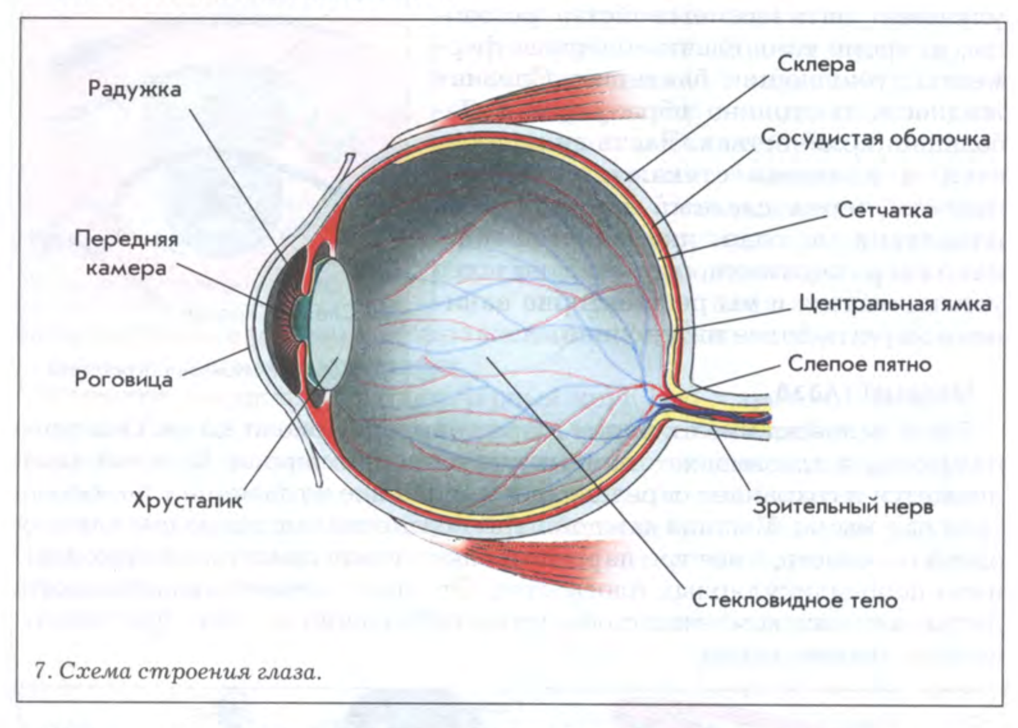
Обратите внимание на то, как активны и разнообразны движения глаз наблюдателя. Все они обеспечиваются тремя парами глазных мышц.

Три оболочки глаза



Итак, на задней внутренней поверхности глаза расположена уже знакомая нам сетчатка. О верхней оболочке глаза – склере – мы также уже говорили. Между склерой и сетчаткой находится бурая сосудистая оболочка. Ее название говорит само за себя – она пронизана сосудами, снабжающими кровью сетчатку, и покрыта пигментными клетками, уменьшающими отражение света от внутренних поверхностей глаза. Именно эта оболочка образует спереди радужку. Практически весь остальной объем глаза занят структурами, которые составляют его оптическую систему.

Оптическая система глаза



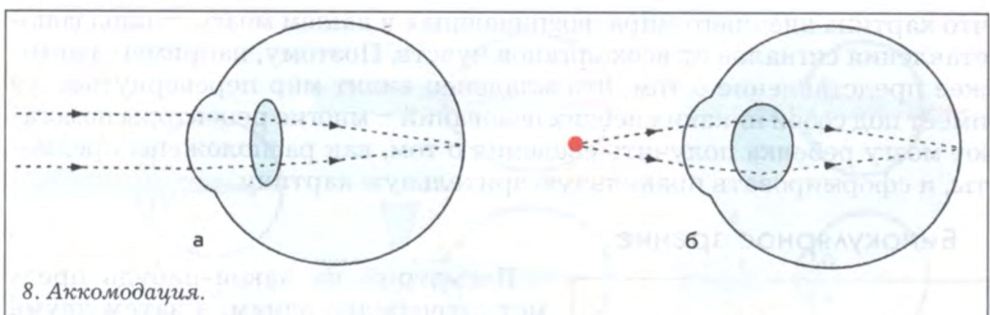
7. Схема строения глаза.

В глазу существует система линз, общая задача которых состоит в том, чтобы обеспечить на сетчатке изображение внешнего мира.

Между роговицей и радужкой находится передняя камера глаза, наполненная прозрачной жидкостью – *водянистой влагой*. Роговица и передняя камера глаза – передняя часть оптического аппарата. За радужкой располагается эластичная двояковыпуклая прозрачная линза – **хрусталик**. Вещество хрусталика, прозрачное и бесцветное, не содержит сосудов и нервов. При напряжении мышц и натяжении волокон хрусталик меняет кривизну. Пространство позади хрусталика заполнено прозрачным студнеподобным *стекловидным телом*.

Каким же образом изображение фокусируется на сетчатке?

В расслабленном глазу на сетчатке возникает четкое изображение бесконечно удаленных предметов, например звезд. Чтобы получить отчетливое изображение предмета, расположенного ближе, мышцы изменяют кривизну хрусталика, что, в свою очередь, ведет к изменению его преломляющей силы. Такая «наводка на резкость» – ясное видение предметов, находящихся на различных расстояниях от глаза, путем фокусировки изображения на сетчатке называется **аккомодацией** глаза. Оптическая система глаза создает на сетчатке четкое уменьшенное перевернутое изображение объекта.



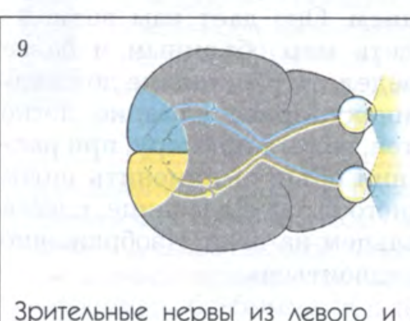
8. Аккомодация.

Когда мы рассматриваем близко расположенные предметы (б), хрусталик более выпуклый, зрачок сужен. Когда мы смотрим вдаль (а), зрачок расширен, а хрусталик менее выпуклый.

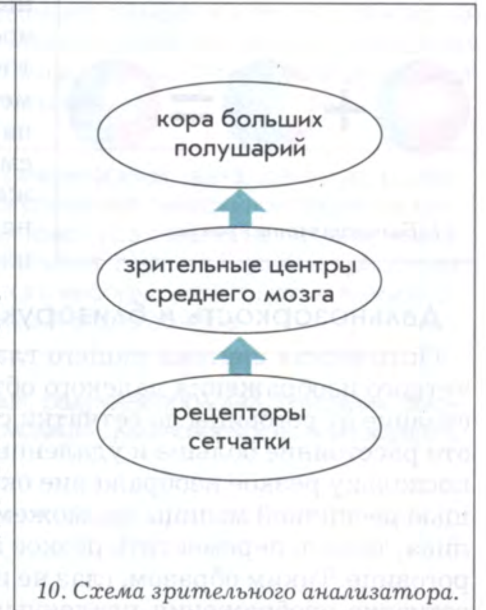
«Обдумываем» то, что видим

Информация от нейронов сетчатки поступает во многие структуры мозга, где она перерабатывается в обособленных, но параллельных каналах. Например, в настоящее время известно, что в обработке зрительной информации принимают участие более 20 полей коры головного мозга. Клетки некоторых из них обрабатывают информацию о цвете, другие – о движении и т. д. Пока еще мало известно о том, каким образом информация от разных зрительных каналов обобщается и сопоставляется с информацией от других органов чувств. Однако очевидно,

9



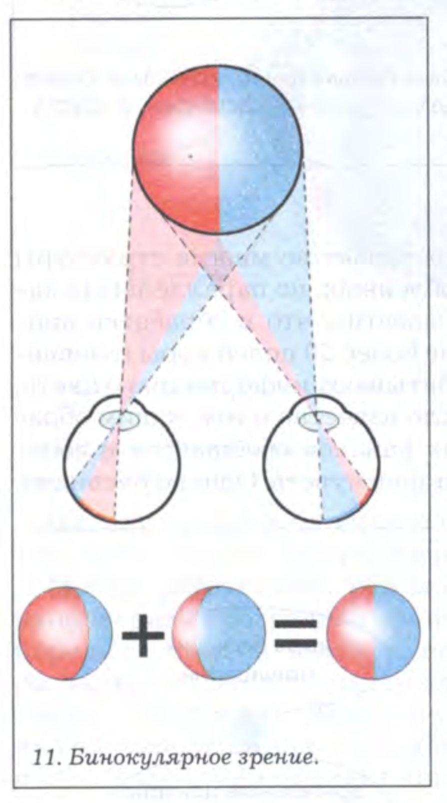
Зрительные нервы из левого и правого глаза у основания гипоталамуса сходятся вместе, образуя частичный перекрест. После перекреста аксоны клеток, расположенных в каждом глазу ближе к носу, переходят на противоположную сторону. В результате этого каждое полушарие мозга получает строго упорядоченную пространственно информацию от обоих глаз, но только о противоположной половине зрительной картинки.



10. Схема зрительного анализатора.

что картина внешнего мира, возникающая в нашем мозгу, – плод сопоставления сигналов от всех органов чувств. Поэтому, например, расхожее представление о том, что младенец видит мир перевернутым, не имеет под собой никаких веских оснований – многие рецепторы помогают мозгу ребенка получить сведения о том, как расположены предметы, и сформировать правильную зрительную картину.

Бинокулярное зрение



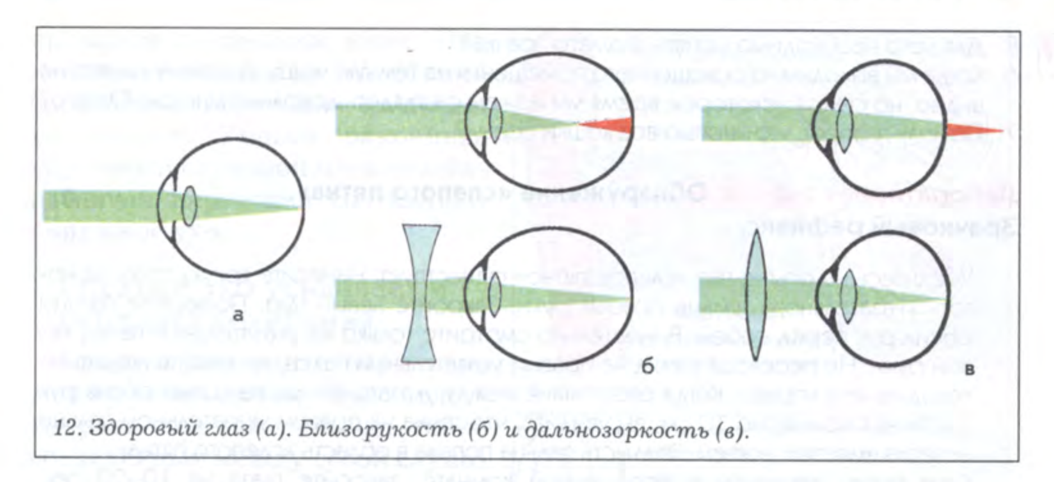
11. Бинокулярное зрение.

Посмотрим на какой-нибудь предмет поочередно одним, а затем двумя глазами. Предмет выглядит почти одинаково, но, если смотреть двумя глазами, создается более выраженное ощущение глубины пространства. У человека с нормальным зрением глаза видят одну и ту же сцену немножко под разным углом и помогают друг другу. Это создает возможность для объемного зрения.

Мы узнаем видимый объект независимо от того, смотрим мы на него одним правым, одним левым или двумя глазами. Объединение мозгом изображений от двух глаз называется **бинокулярным зрением**. Оно дает нам возможность видеть мир объемным и более точно определять расстояние до предметов. Бинокулярное слияние легко нарушается, если, к примеру, при рассматривании объекта изменить положение одного глаза в глазнице, слегка нажав пальцем на веко. Изображение начинает «двоиться».

Дальнозоркость и близорукость

Оптическая система нашего глаза устроена так, что для получения четкого изображения далекого объекта на сетчатке нужно, чтобы расстояние от роговицы до сетчатки составляло 2,4 см. У некоторых людей это расстояние больше и удаленные объекты воспринимаются нечетко, поскольку резкое изображение оказывается впереди сетчатки. С помощью ресничной мышцы мы можем только увеличить кривизну хрусталика, то есть переместить резкое изображение предметов еще ближе к роговице. Таким образом, глаз не имеет возможности сфокусировать на сетчатке изображения удаленных предметов. Люди с таким зрением



12. Здоровый глаз (а). Близорукость (б) и дальнозоркость (в).

четко видят только близкие предметы. Это явление называют **близорукостью**. Для ее коррекции нужны очки с вогнутыми линзами.

Иногда же поперечник глаза по какой-то причине слишком мал, изображения далеких предметов оказываются за сетчаткой. Тогда человек может увидеть далекие предметы, используя механизм аккомодации на ближний план, но это требует постоянного напряжения глазных мышц. Для исправления данного дефекта глаза – **дальнозоркости** – используют очки с выпуклыми линзами.



С возрастом у большинства людей хрусталик постепенно теряет влагу, его эластичность уменьшается, следовательно, снижается и его способность изменять кривизну, а значит, и диапазон аккомодации. Ближняя точка четкого видения постепенно отодвигается от глаза, поэтому пожилым людям, страдающим дальнозоркостью, для чтения нужны очки.

Зрительный анализатор обеспечивает восприятие формы, цвета, взаимного расположения зрительных объектов. Палочки обеспечивают сумеречное зрение, а колбочки – дневное цветовое. Оптическая система глаза создает на сетчатке четкое уменьшенное перевернутое изображение объекта. В нервных центрах зрительная информация обрабатывается, сопоставляется с информацией от других анализаторов, в результате чего формируется зрительный образ объекта.

Фоторецепторы, сетчатка, склера, роговица, радужная оболочка, хрусталик, аккомодация, дальнозоркость, близорукость



1. Как устроен глаз?
2. Что такое палочки и колбочки?
3. Как работает оптическая система глаза?
4. Что такое «слепое пятно»?



5. Для чего необходимо менять диаметр зрачка?
6. Когда мы выходим из освещенного помещения на темную улицу, поначалу ничего не видно, но спустя некоторое время мы можем разглядеть довольно многое. Отчего?
7. Почему говорят, что «ночью все кошки серы»?

Лабораторная работа: Обнаружение «слепого пятна». Зрачковый рефлекс.

Убедитесь на опыте, что «слепое пятно» существует. Нанесите яркую точку на ноготь указательного пальца правой руки. Закройте левый глаз. Поместите пальцы обеих рук перед собой. Внимательно смотрите только на указательный палец левой руки. Не переводя взгляд на правый указательный палец, начинайте медленно отводить его вправо. Когда расстояние между указательными пальцами обеих рук достигнет примерно 10 см, вы увидите, что точка на правом указательном пальце исчезла вместе с ногтем. Эта часть пальца попала в область «слепого пятна».

Стоя перед зеркалом в освещенной комнате, закройте глаза на 10–20 сек. Открыв их, вы увидите, как оба зрачка сразу сузятся вследствие действия зрачкового рефлекса. Для сокращения обоих зрачков достаточно осветить один из них. Сокращение неосвещенного зрачка вместе с освещенным называется содружественной реакцией.

§ 54. ЗАЧЕМ ЧЕЛОВЕКУ УШИ?



Почему у животных ушная раковина подвижна?
Что такое чувство равновесия?



Каким образом сходно устроенные рецепторные аппараты воспринимают различные сигналы?



Мир наполнен звуками. Любой звук – песня птицы, барабанная дробь или рев реактивного самолета – это передающиеся от молекулы к молекуле колебания окружающего воздуха. Их вызывают колеблющиеся тела – голосовые связки птицы, кожа барабана, детали мотора самолета. Очень многое в нашей жизни связано с восприятием этих колебаний. Например, с помощью слуха мы воспринимаем речь и учимся говорить. Во внутреннем ухе находится не только орган слуха, но и орган равновесия. По строению и механизму восприятия они сходны.

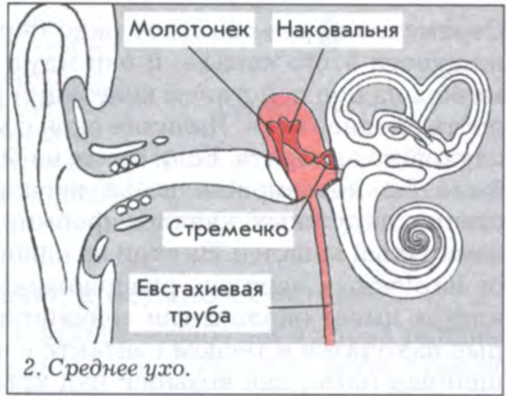
Наружное ухо улавливает колебания

Звуковые волны улавливают покрытые кожей хрящевые **ушные раковины**. Раковины направляют звук в **наружные слуховые проходы**. Их замыкают **барабанные перепонки** – тонкие с перламутровым блеском мембраны. Они образуют перегородку между слуховым

проходом и средним ухом. Под действием звуковых колебаний барабанная перепонка начинает колебаться. Ушные раковины, наружный слуховой проход и барабанная перепонка составляют **наружное ухо**.



1. Наружное ухо.



2. Среднее ухо.

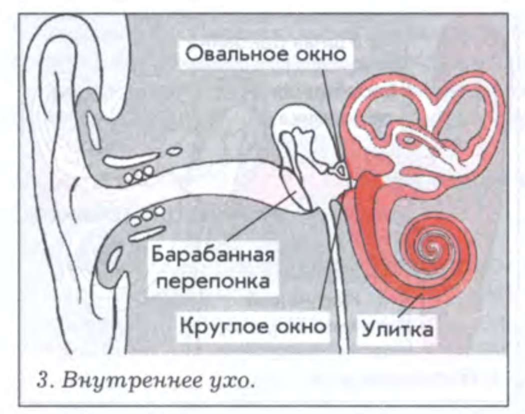
Среднее ухо усиливает и передает колебания

Среднее ухо, как и наружное, заполнено воздухом. В его полости расположена цепочка гибко соединенных между собой **слуховых косточек**: молоточек, наковальня и стремечко. «Ручка» молоточка прочно связана с барабанной перепонкой. Основание стремечка входит в отверстие височной кости, которое затянуто тонкой перепонкой, называемой *овальное окно*. Колебания барабанной перепонки через молоточек передаются костной цепочке, которая в 40–50 раз усиливает давление звуковых волн и передает его на перепонку овального окна – границу среднего и внутреннего уха.

Атмосферное давление непостоянно, и при его понижении барабанная перепонка должна выгибаться наружу под действием давления воздуха в полости среднего уха, а при повышении – прогибаться в полость среднего уха. Сильное изменение давления могло бы грозить повреждением этой тонкой мембраны, если бы полость среднего уха не была соединена каналом с глоткой. Этот канал называется евстахиевой трубой, которая открывается при глотании, соединяя полость среднего уха с окружающей средой и уравнивая в нем давление с атмосферным. Действие резкого изменения давления на барабанную перепонку можно испытать при взлете или посадке самолета. Неприятное ощущение «заложенных ушей» легко снимается глотательными движениями.

Внутреннее ухо воспринимает звук

Внутреннее ухо представляет собой костный спиральный, постепенно расширяющийся канал, образующий у человека 2,5 витка. Из-за специфической формы его называют **улиткой**.



3. Внутреннее ухо.

По всей длине, почти до самого конца, улитка разделена двумя мембранами на три узких, заполненных жидкостью канала. Два наружных канала сообщаются между собой через отверстие у слепого конца улитки и фактически образуют единый изогнутый наружный канал. Он начинается овальным окном и заканчивается таким же затянутым мембраной отверстием, открывающимся в среднее ухо, – круглым окном. Стремечко через овальное окно передает усиленные звуковые волны жидкости этого канала, и они идут, не затухая, до круглого окна. Его мембрана под действием колебаний жидкости смещается наружу в полость среднего уха. Наличие окон с мембраной очень важно в строении слухового аппарата. Если бы их не было, передача звуковых колебаний была бы невозможна из-за несжимаемости жидкости. Внутренние стенки наружных каналов формируют в центре улитки вытянутый замкнутый каналец. Внутри на одной из мембран, отгораживающей его от наружных каналов, расположены рецепторные клетки. Каждая из клеток имеет около сотни тончайших чувствительных волосков, которые находятся в тесном контакте с неподвижной мембраной, нависающей над ними, как козырек над крыльцом. Колебания жидкости в наружных каналах «раскачивают» мембрану с рецепторными клетками, их волоски, упирающиеся в нависающую над ними мембрану, изгибаются, и рецепторы возбуждаются – в них возникают электрические импульсы.



4. Улитка в разрезе.

Жесткость несущей рецепторы мембраны снижается по мере удаления от стремечка, поэтому различные ее участки «раскачиваются» по-разному. Звуки высокой частоты сильнее «раскачивают» участки, расположенные ближе к овальному окну. Чем меньше частота колебаний и ниже звук, тем дальше от овального окна расположены максимально «раскачивающие-

ся» участки мембраны. Так как рецептивные клетки возбуждаются в основном в местах максимума колебаний, каждая частота возбуждает рецепторные клетки «своего» участка мембраны. Это позволяет нам различать звуки разной тональности от *16 до 20 000 Гц*.



5. Схема слухового анализатора.

Звук в пространстве



Человек и животные обладают пространственным слухом, то есть способностью определять положение звука в пространстве. Наличие двух ушей – основа этого свойства. Структуры мозга способны оценивать различия звуковых стимулов по времени их прихода в каждое ухо и по их интенсивности. Если источник звука находится в стороне от средней линии головы, звуковая волна приходит в одно ухо несколько раньше и большей силы, чем в другое.

Обработка информации о звуке в нервной системе

Через несколько переключений и этапов обработки в ядрах различных отделов головного мозга информация о воспринятом звуке передается в кору больших полушарий. Полей, обрабатывающих слуховые сигналы, тоже довольно много. В них существуют «карты звуковых частот»: звуки высоких частот расположены в одних участках коры, а низких – в других. Так же как и в зрительной системе, информация о звуках обрабатывается мозгом и «встраивается» в общую картину мира. Деятельность слуховой коры тесно связана с восприятием устной речи, у человека кора активируется даже во время чтения по губам!

Орган равновесия

Орган равновесия, или **вестибулярный аппарат,** позволяет определять положение и перемещение тела в пространстве. Вестибулярный аппарат состоит из двух перепончатых мешочков – *круглого* и *овального* и трех **полукружных каналов**, расположенных в трех взаимно перпендикулярных плоскостях.

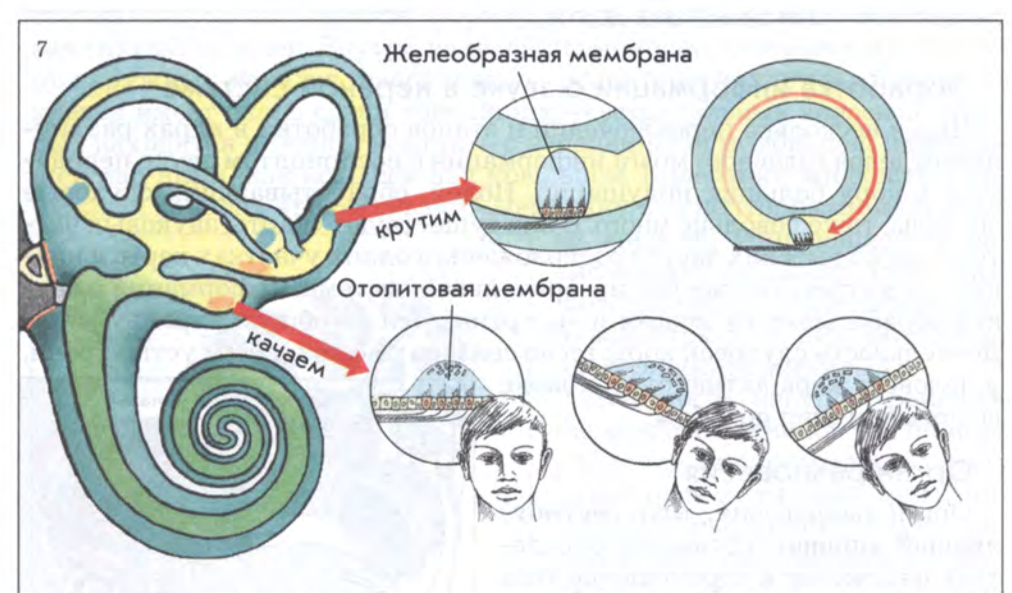


6. Вестибулярная система.

Полукружные каналы связаны с овальным мешочком. В заполненных жидкостью мешочках есть возвышения – *макулы*, на которых расположены рецепторы – очень похожие на слуховые волосковые клетки. Волоски рецепторов погружены в желеобразную мембрану, называемую *отолитовой*, так как она утяжелена отолитами – кристалликами карбоната кальция.

Качаем головой

При наклонах головы сила тяжести слегка смещает относительно тяжелую отолитовую мембрану. Смещение мембраны приводит к сгибанию волосков и возбуждению рецепторов. Таким образом, отолитовый прибор сигнализирует в основном о положении головы, а также об ускорении и замедлении прямолинейного движения, как это бывает при разгоне или торможении автомобиля. Тогда отолитовая мембрана смещается по отношению к рецепторным клеткам точно так же, как подвижный предмет продолжает движение вперед при торможении автомобиля.



Желеобразная мембрана мало отличается по удельному весу от окружающей ее жидкости и поэтому не перемещается относительно канала во время наклонов головы. Но при поворотах головы вся заполняющая канал жидкость стремится сохранить прежнее положение, и мембрана, прикрепленная одним концом к стенке канала, сдвигается вместе с ней. Волоски рецепторных клеток сгибаются и вызывают возбуждение клеток.

Крутим головой

Полукружные каналы представляют собой изогнутые полукругом заполненные жидкостью трубки, открытые обоими концами в овальный мешочек и расположенные в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. На одном из своих концов каждый полукружный канал образует вздутие, где находится желеобразная мембрана и волосковые рецепторы.



8. Вестибулярный анализатор.

Информации от трех взаимно перпендикулярных каналов вполне достаточно для отражения всех возможных движений головы. Каналы расположены таким образом, что любое движение головы находит точное отражение в сигналах от полукружных каналов.

Для чего нам нужна вестибулярная система?

Информация от вестибулярных рецепторов необходима для координации движений и положения тела в пространстве, но этого не достаточно, нужны еще сведения о напряжении мышц и положении суставов в каждый момент. Сигналы от вестибулярных рецепторов получают те структуры мозга, которые связаны с управлением движениями, такие как спинной мозг, мозжечок, кора больших полушарий.

Ухо – орган чувств, содержащий рецепторы, чувствительные к звукам, силе тяжести и перемещению в пространстве.

Наружное ухо, барабанная перепонка, среднее ухо, слуховые косточки, внутреннее ухо, улитка, вестибулярный аппарат, полукружные каналы



1. Каким ухом (вспомните его строение) человек слышит?
2. Какова функция среднего уха?
3. Что вызывает колебание жидкости в улитке?
4. Для чего нужны отолиты?
5. Какое свойство уха как органа равновесия обеспечивает наличие трех полукружных каналов?



6. Иногда в результате травмы повреждаются слуховые косточки. Слух человека сильно понижается, но полностью не утрачивается. Почему? Какой еще путь передачи звука в улитку возможен?

§ 55. ОРГАНЫ ХИМИЧЕСКОГО ЧУВСТВА И ОСЯЗАНИЯ


Для чего человеку нужны органы вкуса и обоняния?
Что такое осязание?

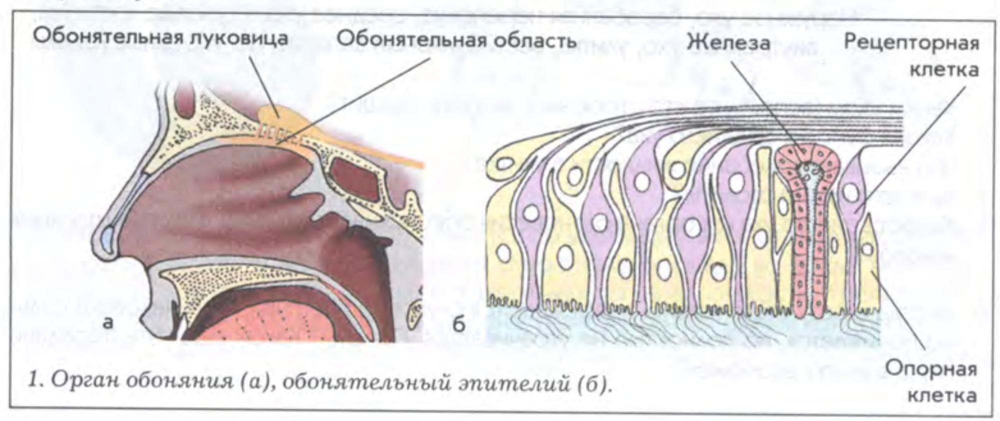

Что человек не видит и не слышит, но чувствует?



Ощущения запаха и вкуса возникают в результате реакции специализированных рецепторов на молекулы некоторых соединений. Реакция на присутствие определенных молекул в организме не редкость – мы знаем, что многие клетки «узнают» молекулы гормонов и определенным образом реагируют на их присутствие. Органы химического чувства потому и являются органами чувств, что анализируют не внутреннюю среду организма, а молекулы, поступающие из внешней среды. Химический анализ молекул, встречающихся с рецепторами органов обоняния и вкуса, осуществляется в растворе. Вот почему рецепторы этих органов покрыты влажной слизистой оболочкой.

Обоняние

Человек способен воспринимать и различать более 10 тыс. запахов, но это очень немного по сравнению с возможностями животных, таких как, например, собака. У человека примерно 6 млн. **обонятельных рецепторов**. Они собраны в обонятельных областях площадью около 2,5 $см^2$ в каждой половине носа в верхней части его перегородки. Это – *обонятельный эпителий*. Реакцию рецепторов вызывают вещества, молекулы которых присутствуют в воздухе. Поэтому, для того чтобы мы могли почувствовать запах какого-то вещества, оно должно быть летучим. Например, всем известно, что поваренная соль не имеет запаха. Это оттого, что молекулы этого нелетучего вещества в воздухе отсутствуют.



1. Орган обоняния (а), обонятельный эпителий (б).

Молекулы пахучих веществ поступают к обонятельным рецепторам в процессе дыхания, в основном через ноздри (внешние) и в меньшей степени через внутренние ноздри изо рта. Во время приема пищи таким образом возникает смешанное ощущение, представляющее собой комбинацию вкуса и запаха. Сквозь слизь, покрывающую обонятельный эпителий, молекулы пахучего вещества проникают к рецепторам и взаимодействуют с их ресничками, что приводит к возникновению электрического импульса.

Обнюхивание – характерная черта многих животных и человека – позволяет увеличить поток воздуха над обонятельными рецепторами. Это, в свою очередь, приводит к увеличению в нем концентрации молекул пахучего вещества.



2. Обонятельный анализатор.

Информация о запахе поступает в обонятельные луковицы, расположенные на нижней поверхности больших полушарий мозга. Оттуда она, в зависимости от содержания, поступает в разные отделы мозга, где обобщается и сопоставляется с информацией от других органов чувств. Следовательно, как и в случаях со слухом и зрением, когда с помощью мозга мы слышим и видим, здесь, образно говоря, мы нюхаем при помощи мозга.

Вопреки распространенному мнению о том, что обоняние играет далеко не ведущую роль в жизни человека, исследования показывают, что это не совсем так. Запахи влияют на настроение, вызывают расслабление или возбуждение, снимают стресс, обостряют или притупляют внимание, способны возбудить или погасить аппетит, повлиять на работоспособность, помогают запоминать и активизировать долговременную память. Обоняние – очень устойчивое свойство организма человека. Некоторые запахи вызывают в нашей памяти эпизоды далекого детства с удивительными подробностями.

Вкус

Вкусовые рецепторы относительно мало чувствительны. Богатству вкусовых ощущений мы обязаны взаимодействию возбуждения вкусовых, обонятельных и некоторых других рецепторов, например, рецепторов тепла и холода и даже болевых рецепторов полости рта. Так, холодное и растаявшее мороженое имеют разный вкус (во втором случае менее приятный), и недаром многие вина рекомендуют употреблять в охлажденном виде. Пища кажется «острой» из-за того, что определенный



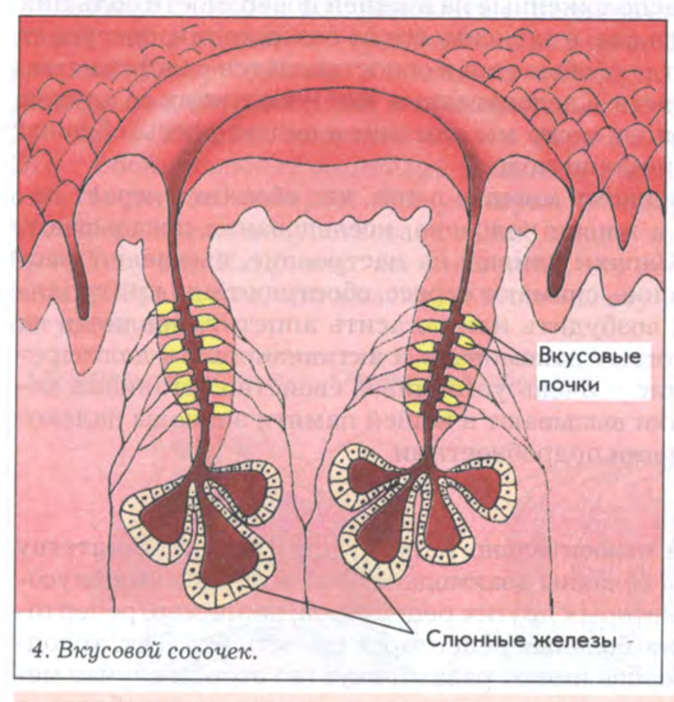
3. Вкусовые зоны языка.

Почему горький вкус таблетки мы ощущаем не сразу после того, как кладем ее в рот?

ее состав действует на болевые рецепторы языка. Когда человек теряет чувствительность обонятельных рецепторов, вкусовые ощущения меняются коренным образом.

Человеку свойственно различать четыре основных вкуса: сладкий, соленый, кислый и горький. Воспринимающие их рецепторы распределены неравномерно. Вкус горького ощущается в первую очередь основанием языка, кислого и соленого – боковой поверхностью, а сладкого – кончиком языка. Это легко проверить, нанося на поверхность языка различные по вкусу вещества: сладкое (сахар), кислое (лимон), соленое (соль) и горькое (горькая соль, полынь). Разнообразие вкусовых ощущений возникает за счет смешения и взаимодействия возбуждающихся вкусовых, обонятельных и некоторых других рецепторов.

Вкусовые рецепторы вместе с поддерживающими их клетками образуют вкусовые почки. Они располагаются на вкусовых сосочках



4. Вкусовой сосочек.



5. Вкусовой анализатор.

Как вы думаете, почему рецепторы расположены на сосочках?

языка, на задней стенке глотки, мягком нёбе, миндалинах и надгортаннике. В крупных сосочках может быть до 200 вкусовых почек. Больше всего их находится на кончике языка, его краях и задней части.

Железы, находящиеся между вкусовыми сосочками, выделяют слюну. Она промывает вкусовые почки и приводит их в готовность для восприятия различных веществ. Каждая рецепторная клетка наиболее чувствительна к одному из четырех основных вкусов, но отвечает и на другие, правда, значительно слабее.

Информация от вкусовых почек поступает в зависимости от содержания в различные отделы головного мозга. Вкусовые ощущения запускают многие безусловные рефлексы, связанные с пищеварением, например секрецию слюны и желудочного сока. Эти реакции бессознательно контролируются подкорковыми отделами головного мозга. Однако наличие у нас вкусовых предпочтений указывает в то же время и на участие коры больших полушарий мозга в анализе вкусовых ощущений.

Осязание

Осязание – единственное чувство, которым обладают все животные без исключения. Кожа защищает наш организм от нежелательных воздействий, поэтому вполне естественно, что она служит местом расположения многих чувствительных клеток. С помощью осязания мы узнаем об особенностях окружающих нас предметов – их форме, характере поверхности, температуре. Эти ощущения снабжают мозг полезной информацией о том, что творится вокруг организма, а зачастую и оберегают от опасностей.

Кожа человека изобилует нервными волокнами и окончаниями. На 1 $см^2$ кожи человека приходится около 100 нервных окончаний. Многие рецепторы кожи отвечают на механические раздражения – вибрацию, давление, растягивание и т. д. Они называются **тактильными рецепторами**. Больше всего их в коже пальцев рук, ладоней, подошв, губ.

Рецепторы, реагирующие на механическое раздражение кожи, находятся в ее верхнем слое. В жировой ткани гиподермы расположены «датчики» вибрации, в собственно коже – «датчики» прикосновений и скорости движения стимула по коже. «Датчики» силы давления и величины прогибания кожи расположены в самых нижних слоях эпидермиса.

Чем больше рецепторов содержит единица поверхности, тем выше чувствительность органа. Так, например, если вы прикоснетесь к кончику языка двумя зубочистками на расстоянии всего 1 мм, то почувствуете прикосновение двух предметов. А где-то в середине спины вы будете ощущать прикосновение одного предмета до тех пор, пока расстояние



6. Различные рецепторы кожи, формирующие ее чувствительность.

Что означает «онемение» кожи на морозе?

между кончиками зубочисток не увеличится до 60 мм. Механические стимулы, обычно действующие на кожу, как правило, одновременно возбуждают несколько типов рецепторов, то есть возникающие у нас тактильные ощущения – результат работы сразу нескольких типов рецепторов.

Многочисленные свободные нервные окончания в коже ответственны также за температурную чувствительность. Холодовые и тепловые рецепторы кожи, совместно с «датчиками» температуры центральной нервной системы, принимают участие в терморегуляции организма. Следует заметить, что кожа лица наименее чувствительна к холоду и теплу, кожа конечностей, наоборот, очень быстро реагирует на перепады высоких и низких температур.

Боль

В отличие от других чувств боль информирует нас об опасности – разрушении тканей или нарушении функционирования какого-либо органа, поэтому ее значение в жизни организма огромно. Во всех органах, кроме мозга, присутствуют рецепторы боли. Она может быть вызвана обычными для организма раздражителями – механическими, температурными, световыми, сила которых значительно превышает допустимые значения, или какими-то другими. Поскольку для организма совершенно необходимо, чтобы возникновение этого чувства не прошло незамеченным, важнейший компонент боли – субъективные ощущения; человек страдает от боли.

Обонятельные рецепторы очень чувствительны к пахучим веществам. Вкусовые рецепторы относительно малочувствительны. Разнообразие вкусовых ощущений возникает за счет смешения и взаимодействия возбуждения вкусовых, обонятельных и некоторых других рецепторов. С помощью осязания мы узнаем об особенностях окружающих нас предметов – их форме, характере поверхности, температуре. Боль информирует нас об опасности – разрушении тканей или нарушении функционирования какого-либо органа.




1. Для чего человек принюхивается, делая резкие вдохи?
2. К какому вкусу наиболее чувствителен кончик языка?
3. Почему мы стремимся ощупать интересующую нас поверхность кончиками пальцев, а не всей ладонью?

4. Как вы думаете, о чем может сигнализировать боль в ушах при спуске под воду?
5. Почему мозг не чувствует боли?
6. Почему в сухом воздухе пустынь обоняние притупляется?

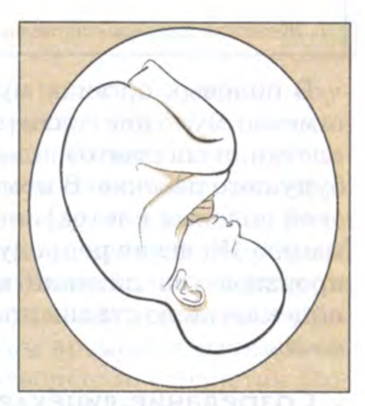
§ 56–57. ТАИНСТВО РОЖДЕНИЯ



Что такое гаметы и зиготы?
Что такое внутреннее оплодотворение?



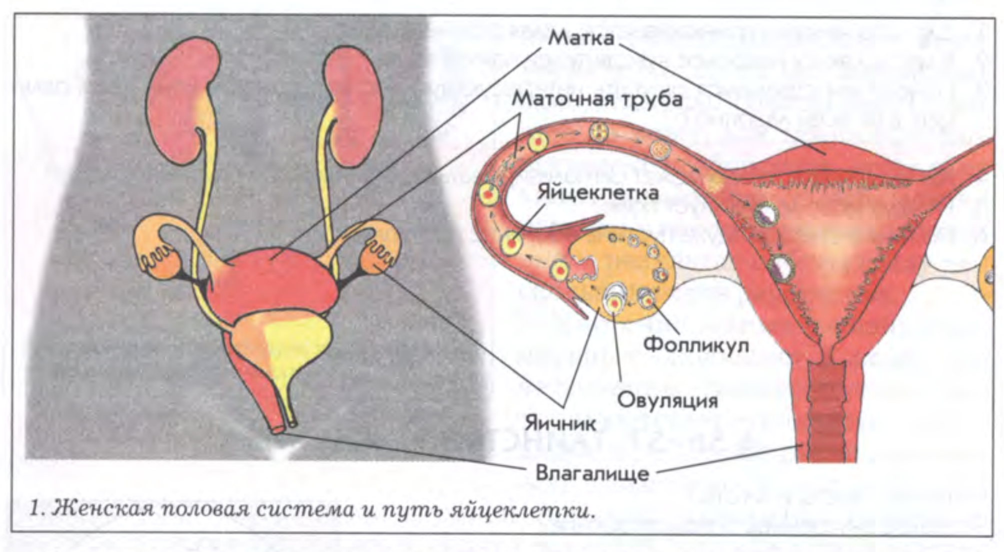
Как обеспечить встречу двух гамет, необходимую для зарождения новой жизни?



Самая характерная особенность живого – способность к самовоспроизведению. Размножение обеспечивает сохранение и эволюцию вида. В ДНК заключена и программа, необходимая для воспроизводства себе подобных. В соответствии с ней половые органы устроены таким образом, что обеспечивают встречу сперматозоидов и яйцеклетки, в результате чего появляется ребенок. Благодаря той же программе у человека обнаруживается желание к продолжению рода и возникают родительские чувства.

Половое размножение

В половом размножении принимают участие два организма – мужской и женский. Строение мужского и женского организма определяется ролью каждого из них в процессе размножения. Предназначение как мужской, так и женской половой системы заключается в том, чтобы произвести специализированную половую клетку – гамету – и обеспечить оплодотворение, то есть слияние половых клеток и образование зиготы – оплодотворенной яйцеклетки. Биологическое преимущество полового размножения состоит в том, что при образовании гамет происходит перераспределение наследственных признаков обоих организмов, в результате чего потомство имеет шанс оказаться более жизнеспособным, чем родители.



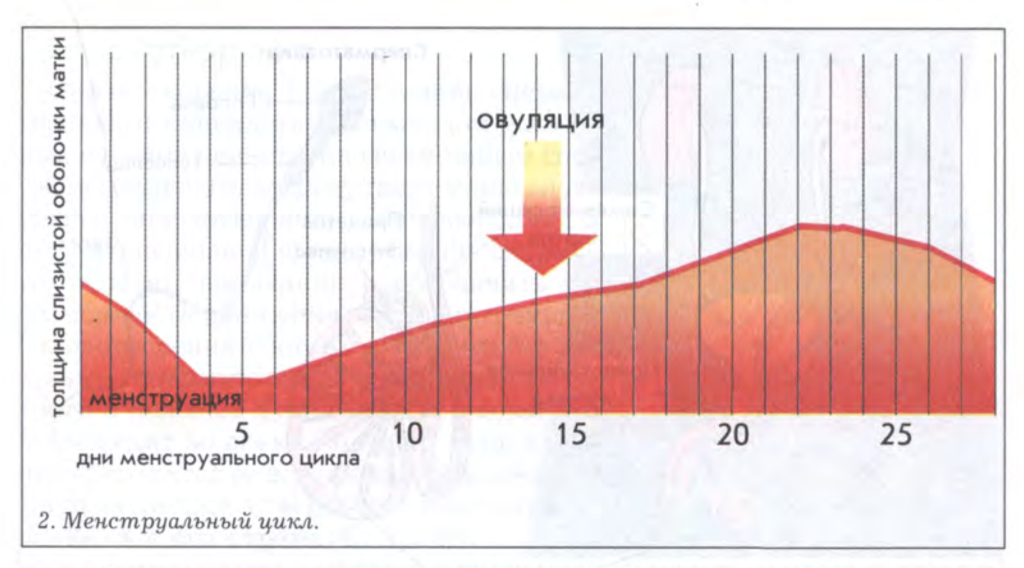
1. Женская половая система и путь яйцеклетки.

В половых органах мужчины и женщины вырабатываются разные гаметы: мужские – сперматозоиды и женские – яйцеклетки. И яйцеклетки, и сперматозоиды несут половину наследственной информации будущего ребенка. В момент оплодотворения (слияния мужской и женской половых клеток) зигота получает полную наследственную информацию. Женская репродуктивная система предназначена не только для производства яйцеклетки, но и для выращивания оплодотворенной яйцеклетки до стадии плода и его защиты, пока не закончится беременность.

Созревание яйцеклетки

Еще до рождения у каждой девочки в специальных парных органах – **яичниках** – формируется несколько десятков тысяч яйцеклеток. Из них в течение детородного возраста женщины успевают созреть не более 500 яйцеклеток.

Яичники выполняют две функции: производят яйцеклетки и выделяют женские половые гормоны *эстроген* и *прогестерон*. Яйцеклетка – самая крупная клетка организма, размером с булавочную головку. Она – единственная различимая без микроскопа. Ее цитоплазма содержит большое количество питательных веществ. В отличие от мужчин, у которых сперматозоиды образуются непрерывно, у женщин обычно созревает всего одна яйцеклетка в месяц. Ее развитие контролируется гормонами гипоталамуса, гипофиза и половой системы. Месячный цикл созревания яйцеклетки называется **менструальным**. Созревающая яйцеклетка окружена эпителиальными клетками, образующими пузырек – *фолликул*. Примерно один раз в 28 дней в яичнике созревает яйцеклетка и происходит **овуляция** – разрыв стенки фолликула и вы-

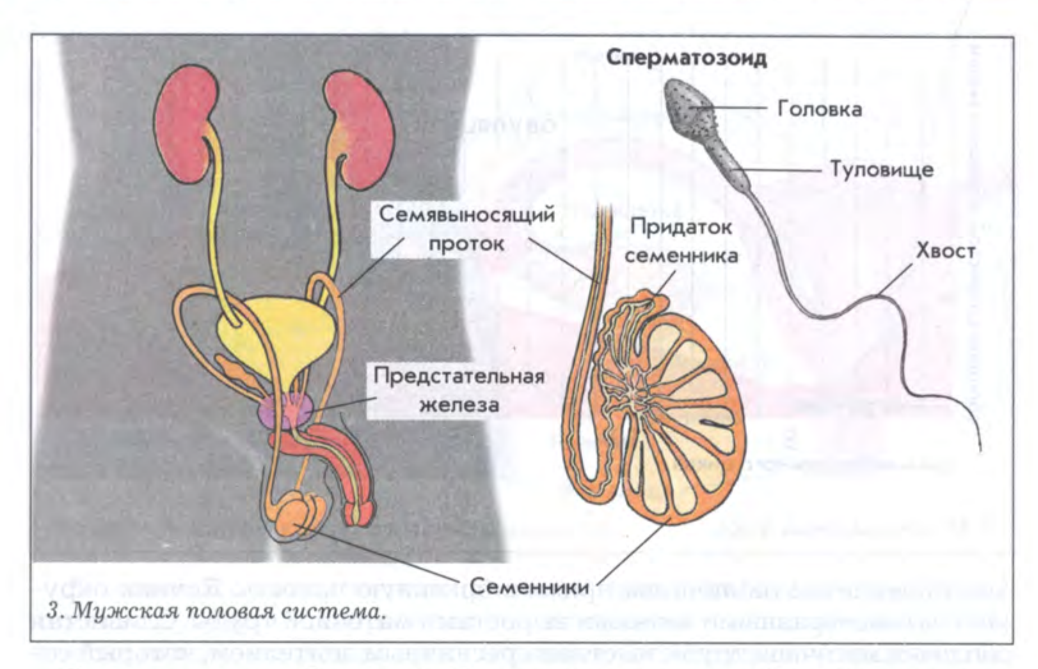


2. Менструальный цикл.

ход яйцеклетки из яичника прямо в брюшную полость. Яичник окружен пальцеобразными мягкими выростами маточной трубы. Слизистая оболочка маточной трубы выстлана ресничным эпителием, который создает ток жидкости, подхватывающий яйцеклетку и направляющий ее в воронку **маточной трубы.** Маточные трубы впадают в верхние углы матки – полого мышечного органа, выстланного слизистой оболочкой, обильно снабженного кровеносными сосудами. Перистальтика гладкой мускулатуры маточной трубы и ресничный эпителий постепенно продвигают созревающую яйцеклетку к матке. Тем временем матка готовится принять яйцеклетку в случае ее оплодотворения: слизистая оболочка матки утолщается и разбухает, превращаясь в губчатое ложе, заполненное широкой сетью кровеносных сосудов, готовых к питанию оплодотворенной яйцеклетки. Если оплодотворение не наступает, яйцеклетка погибает, а слизистая оболочка матки отторгается и выходит наружу в виде кровянистых выделений через **влагалище**.

Созревание сперматозоидов

Мужские половые органы должны быть способными вырабатывать сперматозоиды и доставлять их внутрь женского организма, где происходит оплодотворение и развивается новый организм. Основная часть мужских половых органов – внешняя. В парных железах – **яичках**, или **семенниках,** развиваются сперматозоиды и вырабатывается мужской половой гормон – тестостерон. Семенники находятся вне брюшной полости, в кожном мешке – *мошонке*, так как процесс созревания сперматозоидов идет на 3–5 °С ниже температуры человеческого тела. Если температура внешней среды слишком низкая, мышцы втягивают яички в полость тела.



3. Мужская половая система.

Яичко окружено белочной оболочкой, разделенной приблизительно на две сотни долек, содержащих 400–600 **семенных канальцев**. Канальцы производят ежедневно около 200 млн сперматозоидов, которые спускаются по канальцам и накапливаются в специальных полостях, называемых придатками семенников. Сперматозоид – мельчайшая клетка организма. Зрелый сперматозоид имеет длину 0,05 мм и состоит из головки, туловища и хвоста: в головке содержится наследственная информация, а хвостик помогает быстро двигаться. В туловище сперматозоида расположены митохондрии, обеспечивающие сперматозоид энергией при его перемещении. Хвост состоит из белковых волокон, которые сокращаются в разные стороны, производя характерное волнообразное движение.

Очевидно, что сперматозоиды, как и все клетки нашего организма, не могут существовать вне жидкой среды, поэтому железы мужской половой системы, самая крупная из которых **предстательная железа**, вырабатывают семенную жидкость. Она содержит белки, глюкозу и фруктозу, которые обеспечивают питание сперматозоидов, а также слизистые вещества, обеспечивающие «смазку» путей, по которым проходят сперматозоиды. Семенная жидкость со сперматозоидами называется **спермой**, в 1 миллилитре спермы содержится около 100 млн сперматозоидов.

Из придатка сперматозоиды попадают в семявыносящий проток, а затем в мочеиспускательный канал. У мужчин он проходит внутри **полового члена**, или **пениса.**

Оплодотворение

Оплодотворение – это слияние сперматозоида и яйцеклетки. С выходом животных на сушу единственно возможным способом обеспечить встречу гамет стало внутреннее оплодотворение. Оно позволяет в отсутствие водной среды уберечь сперматозоиды от высыхания и обеспечить им возможность движения. Суть внутреннего оплодотворения состоит в том, чтобы доставить сперматозоиды в семенной жидкости в половые пути самки. У людей это происходит во время полового акта, когда пенис вводится во влагалище. Семенная жидкость с сотнями миллионов сперматозоидов извергается в верхний конец влагалища около шейки матки. Все они стремятся пройти через влагалище, преодолеть вход в матку и проникнуть в маточные трубы, где их может ожидать готовая к оплодотворению яйцеклетка. Благодаря движению хвостиков сперматозоиды примерно за полтора часа преодолевают расстояние от влагалища до маточной трубы. Сокращения матки помогают им проталкиваться вперед к маточным трубам. Энергично двигаясь, самые жизнеспособные сперматозоиды проникают через шейку матки в матку и маточные трубы. Всего несколько сотен из них достигают яйцеклетки в течение суток.

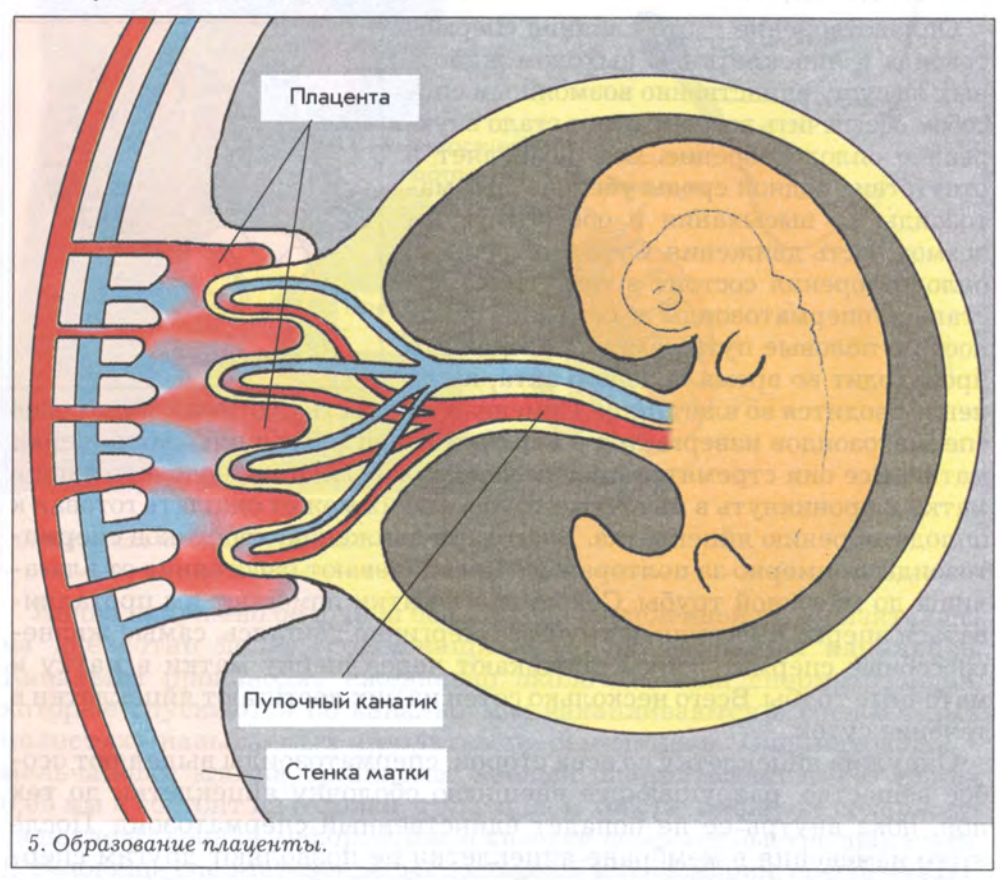


4. Оплодотворение.

Окружив яйцеклетку со всех сторон, сперматозоиды выделяют особое вещество, разрушающее внешнюю оболочку яйцеклетки до тех пор, пока внутрь ее не попадет единственный сперматозоид. После этого изменения в мембране яйцеклетки не позволяют другим сперматозоидам проникнуть внутрь. Слившийся с яйцеклеткой сперматозоид утрачивает свой хвостик, а его головка смыкается с ее ядром. Образуется зигота – оплодотворенная яйцеклетка. В результате слияния двух ядер возникает зародыш, обладающий наследственной информацией обоих родителей. Таким образом, крошечный эмбрион, размеры которого меньше булавочной головки, уже несет всю необходимую информацию для того, чтобы сформировался новый человек.

Зигота движется к матке и примерно через 30 ч. после оплодотворения еще в маточной трубе начинает делиться сначала на две, затем на четыре, восемь клеток. Когда она достигает матки, делящаяся яйцеклетка представляет собой бугристый шарик более чем из 100 клеток, полый внутри. В матке зигота погружается в разбухшую, пронизанную кровеносными сосудами слизистую оболочку, где и происходит ее дальнейшее развитие. С этого момента начинается **беременность** женщины, созревание новых яйцеклеток в яичниках прекращается.

Образование плаценты



5. Образование плаценты.

В матке зародыш окружен оболочкой, заполненной жидкостью, которая защищает его от внешних сотрясений. Со временем, по мере роста зародыша, из окружающих его оболочек и слизистой оболочки матки образуется **плацента**, имеющая форму диска и толщину около 5 см. В ней переплетаются, не сливаясь друг с другом, кровеносные сосуды матери и зародыша. Через тонкий эпителий сосудов плаценты и матки на протяжении всего развития зародыша происходят снабжение его питательными веществами и кислородом, удаление продуктов обмена. Сосуды зародыша, идущие к плаценте, формируют **пупочный канатик**.

Плацента выделяет гормоны, регулирующие ход беременности, поэтому ее считают временной железой внутренней секреции. Она также служит непроницаемым барьером для многих чужеродных и вредных веществ. К сожалению, алкоголь, никотин, наркотики, многие лекарственные препараты проникают через плаценту и оказывают вредное воздействие на развивающийся организм.

Для того чтобы из крошечного зародыша развился ребенок, готовый к появлению на свет, должно пройти 9 месяцев. Это сложное превращение происходит в утробе матери.

Беременность

Беременность – период вынашивания оплодотворенной яйцеклетки в матке до появления ребенка на свет. Она длится 40 недель, и в течение этого времени женский организм претерпевает очень большие изменения. По мере роста плода матка растягивается, и живот беременной женщины увеличивается в размерах. Грудь, которая готовится к выработке молока для кормления младенца, также увеличивается.



6. Эмбрион в возрасте около 8 недель.

Будущий младенец называется зародышем с момента погружения зиготы в матку до 8 недель беременности. В этот период происходит основная работа по закладке всех органов и систем будущего организма.

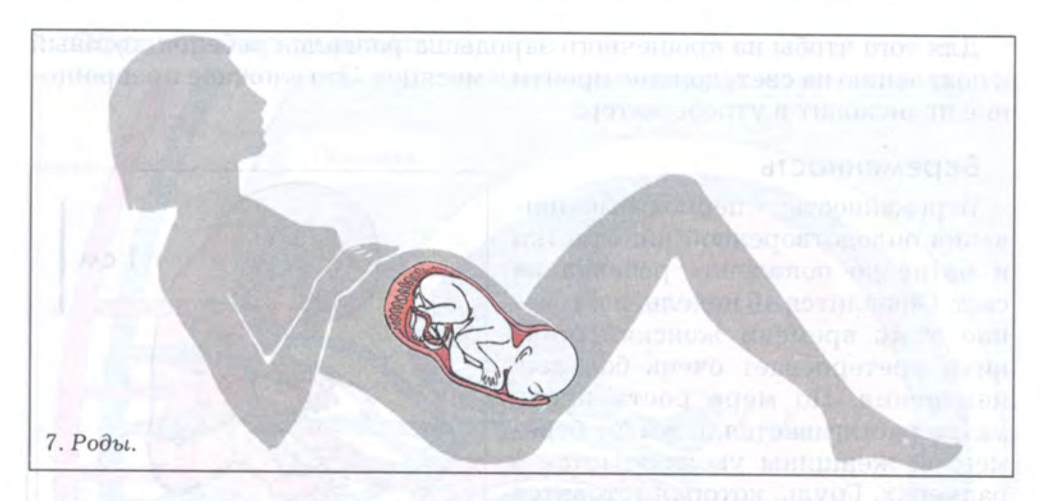
В конце первых трех месяцев беременности зародыш превращается в плод с грубыми чертами лица, ручками и ножками, половыми органами. В последующие три месяца у плода появляются волосы, брови, ресницы. При помощи стетоскопа можно прослушать, как бьется его сердце. Он иногда двигается, и мать ощущает толчки. Затем начинается стремительный рост тела и мозга. Будущий младенец спит и просыпается, легко вздрагивает, активно движется, сосет большой палец.

Роды

В конце беременности изменения в организме матери свидетельствуют о том, что ребенку пора появиться на свет. В течение беременности мышцы матки постоянно слегка сокращаются и расслабляются. В последние недели эти сокращения становятся сильнее.

Обычно плод к концу беременности лежит в матке головой вниз. Такое положение облегчает его выход через родовой канал. Вскоре начинаются схватки – сокращения мышц матки. Окружающая плод оболочка лопается, и происходит отход околоплодных вод. Начинаются роды. Шейка матки расширяется и утоньшается. Женщина тужится, напрягая мышцы брюшной стенки, и выталкивает ребенка наружу.

У появившегося на свет ребенка с первым криком расправляются легкие, и он начинает дышать самостоятельно. После рождения ребенка его пуповину (пупочный канатик) перевязывают в двух местах, а за-


7. *Роды.*

тем перерезают между перетяжками. Место прежнего соединения младенца и пуповины остается у человека заметным на всю жизнь и называется пупком.

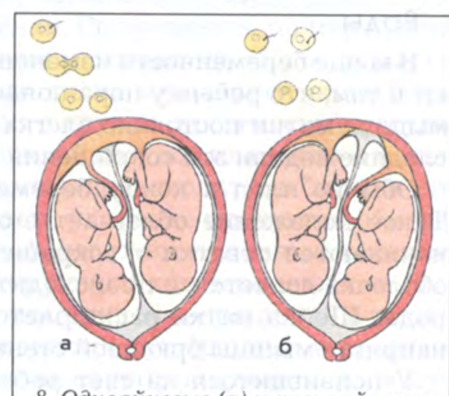
После появления на свет ребенок еще долго сохраняет тесную связь с матерью и во многом зависит от нее. Важную роль играет вскармливание младенца грудью. Материнское молоко содержит смесь питательных веществ, идеально подходящую для младенца, а также антитела, защищающие ребенка от болезней. Молочные железы матери начинают увеличиваться еще во время беременности. Сосательные движения, совершаемые ребенком, стимулируют образование молока, которое может выделяться до тех пор, пока ребенок не начнет есть твердую пищу или пить молоко из бутылочки.

Близнецы



Многие беременности заканчиваются рождением не одного ребенка, а двух – близнецов. Существует два типа близнецов.

Однояйцевые близнецы всегда одного пола. Они развиваются благодаря делению одной уже оплодотворенной яйцеклетки. Каждый плод заключен в собственную оболочку, но используют они одну плаценту. Оба ребенка имеют одинаковую наследственную информацию, и поэтому, когда вырастут, они будут выглядеть почти одинаково.



8. *Однояйцевые (а) и разнояйцевые (б) близнецы.*

Разнояйцевые близнецы развиваются, когда в одном и том же менструальном

циклe созревают, выходят в маточные трубы и оплодотворяются разные яйцеклетки. Каждый из таких плодов имеет свою плаценту. Наследственная информация разнояйцевых близнецов различна, и, конечно, они могут быть разнополыми.

Человек растет

После рождения человек проходит несколько стадий развития. **Новорожденным** ребенок считается в первый месяц жизни. В это время он привыкает к жизни вне материнского чрева. Он слаб и беспомощен. Благодаря врожденным рефлексам младенец сосет грудь матери, хватает любой предмет, который касается его ладони, автоматически «переступает» ножками, если его ступни касаются твердой поверхности. Большую часть времени суток ребенок спит.

Со второго месяца жизни до года – **младенческий** период развития. Это период бурного развития организма. Ребенок учится пользоваться своими органами чувств, речевым аппаратом, двигаться.

Со второго года жизни у ребенка начинается **детство**. Оно длится до начала полового созревания. Это период физического роста, формирования навыков, социального развития и обучения.

Затем наступает **подростковый** период – время **полового созревания**, второй период бурного роста. В это время организм приобретает способность к воспроизведению потомства. К моменту полового созревания у людей развиваются **вторичные половые признаки**, формируются особенности внешнего строения, отличающие мужчин от женщин.



9. Пропорции тела на разных стадиях развития человека.

Почему рост головы на ранних стадиях развития опережает рост туловища?

У девочек подростковый период проходит между 11 и 15 годами. Все изменения в организме в это время связаны с подготовкой к зачатию, вынашиванию, рождению и вскармливанию будущего ребенка. Развиваются вторичные половые признаки: изменяется распределение подкожного жира – бедра и плечи становятся более округлыми, формируется грудь, растет тело, появляются волосы на лобке и начинаются первые месячные (менструация).

У мальчиков половое созревание происходит в 12 – 16 лет. Плечи у них становятся более широкими, развиваются и крепнут мышцы, начинается рост яичек и полового члена, появляется растительность на лобке и лице, изменяется гортань, удлиняются голосовые связки, огрубляется голос. Половое созревание – явление индивидуальное и происходит у всех по-разному.

Примерно к 20 годам человек становится взрослым. Организм уже созрел полностью, однако физическое, интеллектуальное и эмоциональное развитие продолжается.

Наконец, примерно к 70 годам наступает старость. Причиной старения могут быть различные процессы, повреждающие или убивающие клетки. В пожилом и старческом возрасте снова происходит серьезная перестройка организма. Обмен веществ замедляется, снижается работоспособность всех систем организма.

В половых органах мужчины и женщины вырабатываются и созревают половые клетки – гаметы. Каждая из них несет половину наследственной информации будущего ребенка. В момент оплодотворения зигота – оплодотворенная яйцеклетка получает полную наследственную информацию; зигота растет и развивается в женском организме.

Яичники, матка, влагалище, менструальный цикл, семенники, половой член (пенис), плацента, беременность, вторичные половые признаки



1. Где происходит оплодотворение яйцеклетки?
2. Что такое менструальный цикл? Расскажите о событиях этого цикла.
3. В какой момент яйцеклетка становится зиготой?
4. Семенники развиваются внутри полости тела, но потом опускаются в мошонку. Почему?
5. Почему беременным женщинам особенно не рекомендуется курить, употреблять алкогольные напитки и злоупотреблять лекарственными препаратами?



6. По какой причине прекращается созревание новых яйцеклеток в яичниках во время беременности?
7. Бывают случаи внематочной беременности, когда зародыш прикрепляется не к стенке матки, а к маточной трубе, яичнику или в брюшной полости. Отчего это может произойти?
8. Какие болезни матери опаснее для плода: вирусные или бактериальные? С чем это связано?

§ 58. ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА, ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ. ПОВТОРЕНИЕ

1. На каком механизме основаны все регуляторные процессы?
2. Почему все заболевания связаны с нарушением внутренней среды организма?
3. Как предотвратить заражение СПИДом?
4. Что в организме регулируется врожденными реакциями, а что – при помощи высшей нервной деятельности?
5. В чем отличие человека от животных и какие достоинства животных в связи с этим люди потеряли навсегда?
6. Где формируются зрительные, слуховые, обонятельные и вкусовые ощущения?
7. Что и как воспринимает световые, звуковые, запаховые, вкусовые и тактильные сигналы от внешней среды, а что формирует ощущения?
8. В чем сходство и различие в работе разных органов чувств?
9. В чем проявляется забота о потомстве, столь развитая у человека, и в чем ее смысл?
10. Как физиологические различия женщин и мужчин отражаются на их общественном разделении труда?

Что означают эти понятия?

Отрицательная обратная связь, иммунитет, неспецифический и специфический иммунитет, клеточный и гуморальный иммунитет, воспаление, антитела, аллергия, СПИД, вакцинация. Стресс, доброкачественная опухоль, злокачественная опухоль. Безусловный и условный рефлексы, инстинкт. Мышление, речь, сознание. Органы чувств, анализаторы. Фоторецепторы, сетчатка, склера, роговица, радужная оболочка, хрусталик, аккомодация, дальнозоркость, близорукость. Наружное ухо, барабанная перепонка, среднее ухо, слуховые косточки, внутреннее ухо, улитка, вестибулярный аппарат, полукружные каналы. Вкусовые, обонятельные и тактильные рецепторы. Яичники, матка, влагалище, менструальный цикл, семенники, половой член (пенис), плацента, беременность, вторичные половые признаки.

Жизненная задача 4. Лекарства для мамы.

Ситуация: Как помочь больной маме?

Твоя роль: Заботливая дочь.

Описание ситуации: У мамы 15-летней школьницы внезапно очень сильно поднялось артериальное давление и сохранялось постоянно высоким в течение нескольких часов. Девочка вызвала врача. Пришедший доктор прописал маме сосудорасширяющие, успокаивающие и мочегонные препараты. По дороге в аптеку девочка встретила соседку, которая стала убеждать ее в том, что доктор прописал маме слишком много лекарств. Однако девочка подумала и объяснила соседке, для чего нужен каждый из препаратов.

Результат: Что сказала девочка соседке?

ЧАСТЬ 2. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Этот раздел научит вас:

Объяснять важнейшие психические функции человека, чтобы понимать себя и окружающих.

Для этого вы должны знать:

- соотношение физиологических и психологических основ в природе человека;
- биологические корни различий в поведении и в социальных функциях женщин и мужчин (повышенный уровень).

Использовать в быту элементарные знания основ психологии, чтобы уметь эффективно общаться.

Для этого вы должны знать:

- о человеческих темпераментах, эмоциях, их биологическом источнике и социальном смысле.

Проверь себя:

Как бессознательные реакции влияют на высшую нервную деятельность?

§ 59. «НАУКА О ДУШЕ»

Какие органы тела человека ответственны за возникновение ощущений?
Почему человека называют биосоциальным существом?
Что изучает психология?

В какой мере духовное развитие зависит от особенностей строения мозга?



Психология – наука о духовном мире человека

Понятие «психология» («psyche» – душа, «logos» – учение) появилось только в XVIII веке, но попытки понять, объяснить особенности внутреннего мира человека предпринимались с незапамятных времен. Еще древние люди обратили внимание на двойственную природу потребностей человека. Тело требует еды, тепла, сна – и это естественные потребности. Но ведь мы едим для того, чтобы жить, а не живем для того, чтобы есть. Мы любуемся звездами и цветами, ищем разнообразия и богатства эмоций и переживаний, любви. Даже еда доставляет нам удовольствие богатством вкуса и оформления, а отнюдь не только результатом насыщения. Мы покидаем свой привычный дом и отправляемся в путешествия, покоряем горы, реки, полюса. Это составляет духовную жизнь человека. Поиск впечатлений есть не что иное, как способ освоения внешнего мира и обучение жизни в нем. Это можно проследить на примере детенышей у животных. Однако человек в большей степени, чем животные, сохраняет способность обучаться всю жизнь. Накопленный опыт обогащает наш внутренний мир, дает пищу уму, наводит на размышления о том, как сделать окружающий мир еще лучше, краше, удобнее, интереснее. Именно это делает человека человеком – разумным существом.

Духовная жизнь представляет собой важнейшую сторону жизни, хотя не существует души как специального органа. В естественных науках в настоящее время вместо понятия «душа» используется более строгое с научной точки зрения понятие «психика». Наука о психическом (духовном) мире человека называется **психологией**.

Но как возможно объективное познание мира, окружающих нас людей, если «чужая душа – потемки». Как же можно узнать о внутренних психических процессах: мыслях, чувствах, намерениях, стремлениях, желаниях. Единственным «окном» во внутренний мир человека могут быть внешние проявления его духовной жизни. Это широко понимаемое поведение человека: его действия и поступки,

реакции на изменение окружающего мира, его оценка событий, выраженная в словах, музыке, изобразительном искусстве и т.д.

Первая особенность психики – ее принадлежность конкретному человеку. Психические явления индивидуальны по способу и по форме переживания.

Вторая особенность психики – ее связь с реальным миром. Причем не только с внешним, но и с внутренним миром человека. В сознании человека единство реальности и ее отражения представлено как ощущение и переживание. Переживание – это первичный акт познания, когда отражение реальности связывается в сознании человека с его личными мотивами и взглядами, поэтому учиться на чужих ошибках труднее, хотя нам и нередко приходится это делать. Знание должно быть пережито как собственный опыт освоения действительности, пусть даже и читательский. Чем разнообразнее этот опыт и более развито воображение человека, тем легче проникнуть в обстоятельства жизни других людей и тем самым воспользоваться их опытом.

Материальная основа психических процессов

Принадлежность каждого психического процесса конкретному человеку свидетельствует о нерасторжимости психического и физического начал.

С одной стороны, необходимо признать, что психика, сознание, мысль – функции мозга. Наблюдения за пациентами, у которых мозг, в силу разных причин, не функционировал нормально, доказали, что личность человека существует до тех пор, пока «жив» его мозг. В противном случае мы наблюдаем «растительное» существование физического тела при полном отсутствии сознательных актов. Нарушения в функциях мозга приводят к нарушениям в психике. Почти при всех травмах мозга первой страдает речевая активность, как самое позднее, а значит, уязвимое и самое «нагруженное» человеческое приобретение. Ведь речь неразрывно связана с процессами мышления, памяти, общения и познания.

Одни травмы не затрагивают интеллектуальных способностей человека, но приводят к кардинальным изменениям в характере, личности. Другие – вызывают нарушения памяти, восприятия, речи, мышления, но личность человека, его отношение к себе и к миру не изменяется.



По мнению известного психолога А.Р. Лурии, мозг представлен тремя важнейшими блоками.

Первый блок – тонуса – расположен в глубинных отделах мозга. Здесь происходит регуляция химического обмена веществ в организме и возникают импульсы возбуждения и торможения, которые стимулируют и угнетают кору больших полушарий. Стоит подавить эти сигналы, как тонус коры снижается – и человек впадает в полусонное состояние, а затем и в сон.

Второй блок – области теменно-затылочной коры – имеет прямое отношение к важнейшей психической деятельности – речи. Но человеческая личность в случае травм сохраняется, если только не затронут третий блок мозга – лобные зоны коры, отвечающие за мышление и другие высшие психические функции.



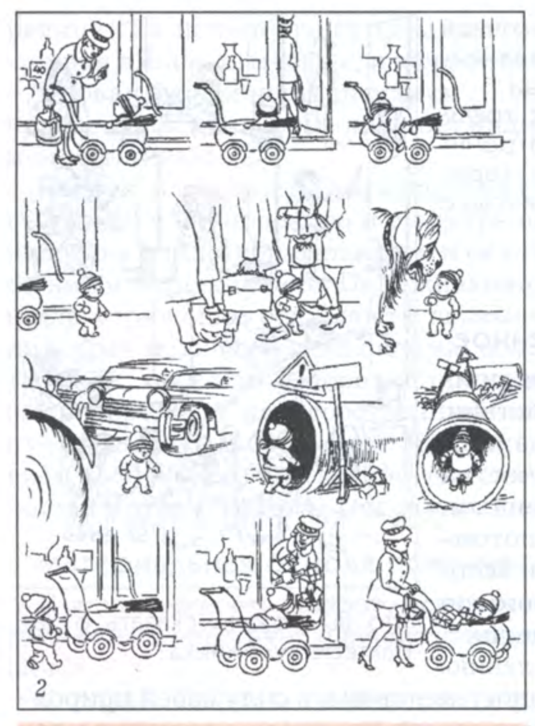
Что вы можете сказать о характере художника?

Врожденное или приобретенное

Врожденное и приобретенное присутствуют в каждом нашем действии. Социальное неравенство людей на протяжении всей истории человечества пытались объяснять наследственным, врожденным неравенством: так, потомственные аристократы – носители всего возвышенного, лучшего, духовного по факту рождения, а «кухаркины дети» – умственно ограниченны по определению. Или, скажем, имеется и такое мнение: женщины, в силу своей природной ограниченности, не способны к умственному труду, а мужчины, наоборот, должны быть успешны в творчестве, добывании материальных благ, призваны доминировать и развивать прогресс. Большинство этих предрассудков лишено каких-либо оснований, но они, к сожалению, до сих пор зачастую существуют в обыденном сознании.

Сегодня, однако, общепризнано, что психика человека, его сознание, образ его мыслей зависят от условий жизни и деятельности, формируются в процессе развития и общения с другими людьми. Наблюдения за развитием психики ребенка показали, что врожденные способности к прямохождению (даже несмотря на строение скелета), усвоению речи (несмотря на строение мозга и речевого аппарата) не будут реализованы вне системы специфического и своевременного человеческого обучения. Более того, для успешного усвоения каждого «урока» есть свой период развития (называемый сензитивным), до и после которого развитие соответствующей способности будет происходить либо с большими трудностями, либо не произойдет вовсе. Пример и подтверждение этого – воспитанные животными так называемые дети-маугли. Они так и не смогли усвоить человеческие формы и способы жизни после того, как, отлученные от животного мира, стали жить в человеческом обществе.

С другой стороны, не все особенности человеческой психики можно объяснить воспитанием. Если отсутствуют наследственные предпосыл-

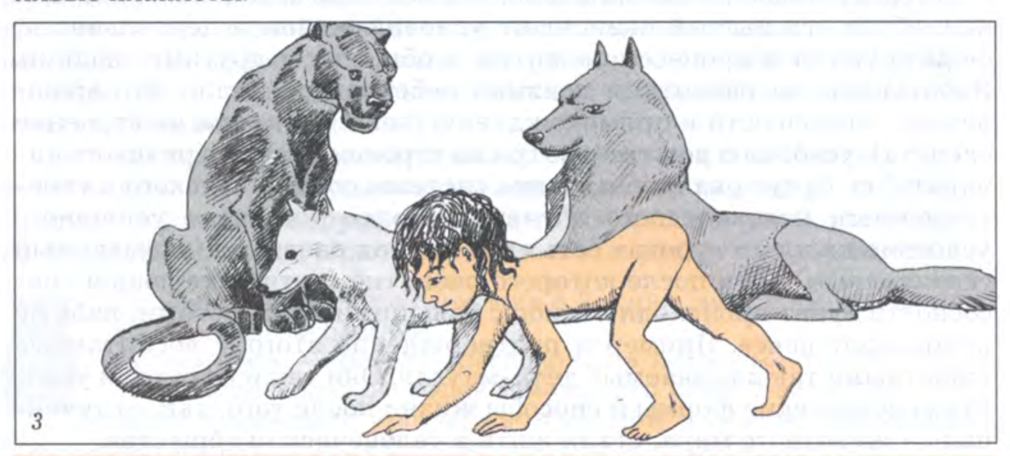


Какое врожденное качество присуще этому ребенку?

ки к развитию соответствующих способностей, они не могут быть реализованы при любых обстоятельствах. Человека, лишенного голосовых связок, нельзя научить говорить.

Музыкальная, математическая, художественная, спортивная одаренность нередко в некоторых семьях передается по наследству из поколения в поколение. Например, близнецы, выросшие в силу обстоятельств в разных семьях и даже на разных континентах, отдают предпочтение одним и тем же цветам и фасонам в одежде, выбирают похожие специальности, даже называют детей одними и теми же именами.

Иными словами, все психические способности должны иметь наследственные предпосылки, но реализоваться, хотя и в очень разной степени, они могут только в определенных условиях человеческого окружения. Так, скажем, пока японцы не знали рояля, никто не ведал, что среди них есть талантливые пианисты.

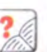


Чему могут научиться дети-маугли?

Личность каждого человека уникальна и неповторима. Мы рождаемся с разными способностями, задатками и преобладающими чертами характера. Очень важно, чтобы у каждого с рождения была возможность развиваться и проявлять себя в разных сферах жизни и деятельности. Это и было бы решением вопроса гармоничного единения биологического и социального аспектов природы человека.

Наука о психическом (духовном) мире человека называется психологией. Психика – это субъективное переживание отраженной в сознании реальности. Психика человека зависит от условий его жизни и деятельности, формируясь в процессе развития и общения с другими людьми.

Психология, психическое



1. Кого и что изучает психология?
2. Что можно назвать материальной основой психических явлений?
3. Что человек наследует от родителей, а чему учится у них и у других людей в течение жизни?
4. Какие признаки человека отсутствовали, а какие были присущи детям-маугли и почему? До какого возраста ребенок должен научиться ходить и разговаривать?



5. На примерах докажите, что психические процессы отражения реального мира субъективны. Проанализируйте для этого ситуации после посещения музея, просмотра театральной постановки или кинофильма и т.д.
6. Какие слова будут использовать в разговоре о поведении человека физиологи, а какие – психологи?

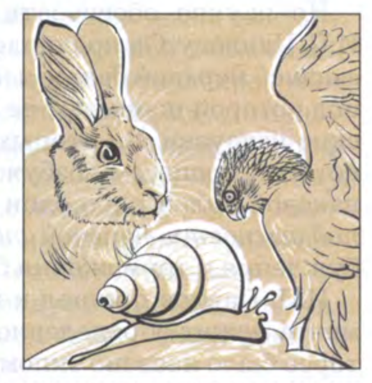
§ 60. ТЕМПЕРАМЕНТ И ХАРАКТЕР



Знаете ли вы, что такое человеческий темперамент? Попробуйте сравнить свой характер с характерами своих друзей. Различаются ли они?



Почему говорят, что темперамент можно лишь обуздать, а характер – изменить?



Темперамент и его типы

Среди индивидуальных особенностей личности, которые ярко характеризуют поведение человека, его деятельность и общение, особое место принадлежит темпераменту. Каждому человеку присущ

свой, индивидуальный тип эмоционального реагирования на жизненные ситуации. Некоторые люди – живые и подвижные, другие – медлительные и уравновешенные, одним свойственны порывистость и горячность, а другим – спокойствие и безмятежность.

Совокупность черт личности человека, характеризующих его индивидуальный тип активности, степень выраженности двигательных проявлений и уровень эмоциональности, в психологии называется **темпераментом**.



Какой тип темперамента у этих людей?

Впервые темперамент подробно описал замечательный древнегреческий врач Гиппократ. Предложенными им названиями мы пользуемся до сих пор, хотя причины различий темпераментов объясняем уже иначе. Современное понимание темпераментов ближе к тому, как это понимал великий немецкий философ XVIII века И. Кант. Он писал, что у *сангвиника* преобладает стремление к наслаждению, *меланхолик* склонен к печали, *холерик* замечательно энергичен и деятелен, пока находится под воздействием страсти, но страсти его быстротечны и проходящи, и только *флегматик*, один из всех перечисленных, склонен думать, сохранять хладнокровие и стойко переносить невзгоды. (А теперь догадайтесь, к какому типу темперамента относил себя Кант?) Эти характеристики уже можно назвать психологическими, поскольку они отражают особенности и поведения, и мышления, и переживаний.

Но научно обосновать особенности типов темперамента удалось И.П. Павлову. Он предположил, что *темперамент зависит от свойств высшей нервной деятельности*. Во-первых, от *силы нервной системы*, под которой понимают ее способность выдерживать большие психические нагрузки. Во-вторых, от *уравновешенности нервной системы*, в которой процессы возбуждения и торможения могут протекать с одинаковой силой либо один из процессов преобладает. И в-третьих, *от подвижности нервной системы*, то есть способности процессов возбуждения и торможения быстро сменять друг друга.

И.П. Павлов пришел к выводу, что в основе каждого типа темперамента лежит определенное соотношение описанных выше свойств, которое было названо типом **высшей нервной деятельности** (табл. 5).

Таблица 5

Основные типы высшей нервной деятельности	Свойства нервной системы		
	Сила	Уравновешенность	Подвижность
Сангвиник	сильный	уравновешенный	подвижный
Флегматик	сильный	уравновешенный	инертный
Холерик	сильный	неуравновешенный	подвижный
Меланхолик	слабый	неуравновешенный	инертный



Психологов интересует, как темперамент влияет на динамику психической жизни человека. Для этого необходимо знать психологические признаки темперамента. Рассмотрим их.

Сензитивность (чувствительность) определяется по наименьшей силе воздействия, которая необходима для возникновения у человека той или иной психической реакции.

Реактивность проявляется в том, с какой силой и энергией человек реагирует на воздействие.

Активность определяется той энергией, с которой сам человек воздействует на окружающий мир, его настойчивостью, сосредоточенностью внимания.

Важно также соотношение активности и реактивности в поведении человека: сознательный выбор линии поведения или спонтанные поступки под влиянием внешних причин.

Эмоциональная возбудимость определяется минимальной силой стимула, необходимой для возникновения бурной эмоциональной реакции.

Темп психической реакции, пластичность и ригидность (косность) проявляются в том, насколько легко и быстро человек приспосабливается к внешним воздействиям.

Темперамент проявляется в особенностях общения человека с окружающими. Так, сангвиник быстро устанавливает социальный контакт. Он почти всегда инициатор в общении, но своих приятелей легко меняет. Флегматик социальные контакты устанавливает медленно, свои чувства проявляет скупо. Зато он устойчив и постоянен в своем отношении к другому человеку. Холерик рвется к общению, склонен переоценивать собеседника, но также легко меняет свое отношение к нему. Именно про таких людей говорят: «От любви до ненависти – один шаг». Меланхолик тяжело входит в новую компанию и сильно расстраивается при малейшем несоответствии ожидаемого и действительного.

Размышляя о собственном темпераменте, следует помнить, что «чистых» типов в природе практически не существует, чаще всего у

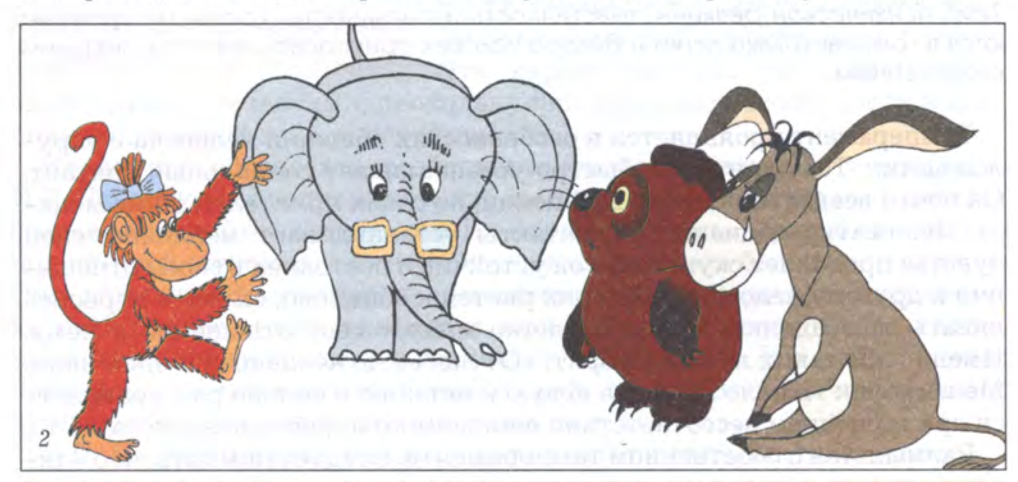
человека сочетаются черты разных темпераментов с преобладанием какого-то одного. Не следует путать свойства темперамента и черты характера. Честность, трусость, доброта, отвага присущи любому типу темперамента, только проявляться они будут по-разному. А значит, не существует «плохого» или «хорошего» типа темперамента, как не бывает плохого размера ноги или хорошего цвета глаз.

Темперамент и характер

Темперамент – одна из главных природных предпосылок формирования характера. **Характером** называют совокупность устойчивых черт личности, которые проявляются в типичных для человека способах поведения – в манерах, привычках, складе ума, в отношении к происходящим событиям.

Часто можно услышать, что с характером люди уже рождаются, а воспитание его только шлифует. Отчасти это действительно так, если учитывать, что физиологическую основу характера составляет темперамент, или тип высшей нервной деятельности. Да и сам характер формируется в раннем детстве, поэтому у взрослого человека он меняется уже с большим трудом и человека можно «сломать», перевоспитывая: назидательные «уроки» следует преподносить ему тактично и осторожно.

От воспитания и развития человека зависит, позитивную или негативную направленность приобретут свойства его темперамента. «Чувствительность» к внешним воздействиям избирательна и определяется не только физиологией, но и нашими мыслями, чувствами, ситуацией, субъектом воздействия. Дети, как правило, остро реагируют на любую несправедливость, а взрослые могут остаться равнодушными, если



Опиши темперамент изображенных на рисунке героев мультфильмов.

дело не касается их лично. Активность может стать основой упрямства, а может – упорства. Пластичность может проявиться как приспособленчество или же как дипломатичность. Сознание, психика человека, накапливая знания и опыт через переживание событий, определяют развитие и изменчивость личности в целом и ее характера в частности.

Каждый человек рождается с определенным темпераментом. Но формирующиеся на его основе черты характера во многом зависят от воспитания.

Темперамент, характер



1. Что такое темперамент?
2. Какие типы темпераментов вы знаете?
3. В каких «отношениях» находятся темперамент и характер? Лень – это черта характера или проявление темперамента?



4. «Жизнь прекрасна!», «Я так и знал», «Скорей – скорей!», «Куда спешить?». К какому типу темперамента больше подходит каждое из этих выражений?
5. Что удалось доказать И.П. Павлову, соотнеся типы темперамента и типы высшей нервной деятельности?
6. Надо ли воспитывать взрослых людей?

§ 61. ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ МИР ЧЕЛОВЕКА



Можно ли сказать, что эмоции – это эликсир молодости?
Что такое стресс?



Надо ли уметь управлять своими эмоциями и зачем этому учиться?

Зачем нужны эмоции?

Вы когда-нибудь обращали внимание на то, как по-разному проявляют эмоции дети и взрослые? Насколько ярче, активнее дети выражают свои чувства, как бурно они реагируют даже на какой-нибудь пустяк? Оказывается, это не случайно. Дети стремятся быстро и активно понять окружающий мир во всем его многообразии и должны сориентироваться в нем, не имея ни знаний, ни опыта. Нельзя познать, не испытав эмоциональных переживаний. Эмоции – это ключ к познанию мира, ведь в эмоциях отражается жизненная значимость действующих на человека яв-

лений и ситуаций. Эмоции – это отражение реальности в форме пристрастного переживания жизненного смысла явлений и ситуаций.

Одна из главных функций эмоций состоит в том, что они помогают ориентироваться в окружающей действительности, оценивать предметы и явления с точки зрения их желательности или нежелательности, полезности и вредности. По мнению физиологов, эмоция возникает тогда, когда появляется рассогласованность между тем, что ожидает человек и что имеет место на самом деле.

Велико значение эмоций и в тех случаях, когда требуется мгновенная мобилизация всех сил и возможностей организма. Ярость, восторг, отчаяние включают механизм общего адаптационного синдрома, стресса, что и позволяет человеку совершить невозможное в обычных условиях: не чувствовать боли, холода; избавиться от страха или в упоении творить, забыв о еде и усталости.

Но эмоции обладают и собственной ценностью для человека. У него есть самостоятельная потребность в эмоциональных переживаниях, в эмоциональном насыщении. Причем человеку необходимы не только положительные, но и отрицательные эмоции. Не зря говорят, что «не испытав горечи, не познаешь и радости». Чем чаще человек испытывает эмоции, чем ярче и непосредственнее выражает их, тем моложе он себя ощущает. Способность испытывать сильные эмоции – удивление, восхищение непреходящей новизной мира, искреннюю горечь от собственных утрат или чужой боли – это свойство молодой, даже детской, развивающейся психики. Усталое равнодушие, довольство до-



Какие эмоции изображены на рисунке?

стигнутым благополучием, солидная невозмутимость – признаки психики, остановившейся в своем развитии, окостеневающей от недостатка новых впечатлений.

Настроение – длительное эмоциональное состояние

Эмоциональные переживания могут быть непродолжительными и длительными, а также отрицательными и положительными.

Примером длительного эмоционального переживания служит **настроение**. Оно, как скрипичный ключ, определяет тональность всей психической жизни человека на продолжительный, но ограниченный период. Хорошее или плохое настроение может сохраняться, например, на протяжении всего дня, недели, а иногда настроение может меняться несколько раз в течение дня. Зачастую трудно объяснить даже самому себе, что определило сегодняшнее настроение: погода, внутренние ожидания, физическое состояние. Самонаблюдение и анализ причин возникновения хорошего или плохого настроения могут помочь найти собственные индивидуальные способы выхода из хандры, преодоления беспокойства, слезливости или агрессивности. Например, закодировать свою психику реагировать на какую-то ключевую фразу – и тем самым влиять на свое душевно состояние. Помните знаменитую фразу Скарлет О'Хара из книги М. Митчелл «Унесенные ветром», которую она говорила себе в момент растерянности и бессилия: «Нет, сейчас я не буду об этом думать! ОБ ЭТОМ Я ПОДУМАЮ ЗАВТРА»! Чем не способ?

Чаще всего наше настроение зависит от успешности нашей деятельности, от внешней обстановки, от отношений с другими людьми. Но хорошо бы не забывать, что каждый из нас является «другим» для кого-нибудь, а значит, может повлиять на чужое настроение.

Аффект, стресс, депрессия

Эмоции выполняют еще одну, очень ценную для психики функцию – защитную. В момент запредельного внутреннего напряжения, когда расхождение между желаемым и возможным достигает критической точки и психике грозит разрушение или травма, эмоции срабатывают как спусковой клапан. Мощный заряд внутреннего напряжения выбрасывается вовне в виде краткосрочного всплеска негативных эмоций – аффекта. **Аффект** – это эмоциональная реакция разрядки, часто иррациональная, своего рода короткое замыкание, отключающее практически полностью рациональную оценку происходящих событий. В таком состоянии люди не осознают себя, не отдают себе отчета в том, что делают – все работает на защиту своего внутреннего мира, своего «Я». Поэтому если человек находился в состоянии аффекта в момент совершения преступления, то это служит смягчающим вину обстоятельством в суде.

Есть другая эмоциональная реакция разрядки, которая внешне проявляется очень похоже на аффект, – **истерика**. Она возникает по разным причинам. Иногда – после чрезмерных психических нагрузок, например, люди, мужественно и спокойно помогавшие другим во время стихийного бедствия, впадают в истерику, когда опасность уже позади. Но иногда причины возникновения истерики те же, что и причины аффекта – невозможность получить, осуществить желаемое. В этом случае истерика – не защита психики от разрушения, а бурная демонстрация своего недовольства, хотя эмоциональная разрядка также присутствует. Это осознанное использование эмоционального воздействия на окружающих, способ манипулирования другими людьми.

Ситуация неопределенности, вызванная затруднениями в достижении цели, часто вызывает стресс. Как вы помните, стресс – это неспецифический (то есть одинаковый для многих ситуаций) ответ организма на предъявленное ему требование, который мобилизует ресурсы организма на преодоление возникших трудностей.

Выделяют несколько фаз стресса.

Первая фаза – **тревоги** – связана с состоянием сильного напряжения и беспокойства. Она запускает следующую фазу – **мобилизации** разнообразных ресурсов организма на борьбу с появившимися проблемами. Как правило, это связано с возрастанием уровня обмена веществ. В другой фазе – **сопротивления** – организм борется с трудностями, расходуя при этом свои ресурсы. Но поскольку резервы не безграничны, реакция стресса не может продолжаться неопределенно долго. Далее трудности либо преодолеваются, либо наступает фаза – **истощения.** Она часто приводит к нервным срывам, но может привести даже к гибели (например, в случае болезни).

Само возникновение и переживание стресса зависит не столько от объективных, сколько от субъективных факторов: насколько человек чувствует свое соответствие предъявленным требованиям.

Как всякое приспособление организма к внешним воздействиям, стресс – явление положительное. Он является позитивным фактором жизни человека, способствует развитию личности, стимулирует ее активность и приводит к преодолению стереотипных способов существования. Позитивное воздействие стрессовой ситуации можно ожидать, если сложные ситуации успешно преодолеваются. В противном случае, длительное пребывание в стрессе может привести к нежелательному для человека явлению – **депрессии**.

Для депрессии типичны чувство печали, сознание неуверенности, бессилия, безнадежности, а иногда и отчаяния. Особой разновидностью депрессии являются состояния скованности и апатии, как бы временного оцепенения. К типичным для депрессии реакциям относят также возвращение к более примитивным, а нередко и к инфантильным (детским) формам поведения.

В эмоциях отражается жизненная значимость действующих на человека явлений и ситуаций. Трудно преодолимая ситуация способна вызвать реакцию стресса. Длительное пребывание в стрессе может вызвать депрессию. В случае запредельного внутреннего напряжения нередко возникает эмоциональная реакция разрядки – аффект или истерика.

Эмоции, аффект, депрессия



1. Что такое эмоции?
2. Как эмоции влияют на настроение?
3. Как организм реагирует на трудности?



4. Как мы узнаем о переживаниях другого человека?
5. Почему нам кажется, что все жители США довольны жизнью? Всегда ли это соответствует действительности?
6. Почему физиологическое понятие стресса используют в своей работе психологи?

§ 62. ТРЕВОГА И ТРЕВОЖНОСТЬ



Что может вызвать у человека тревогу, тревожное состояние?



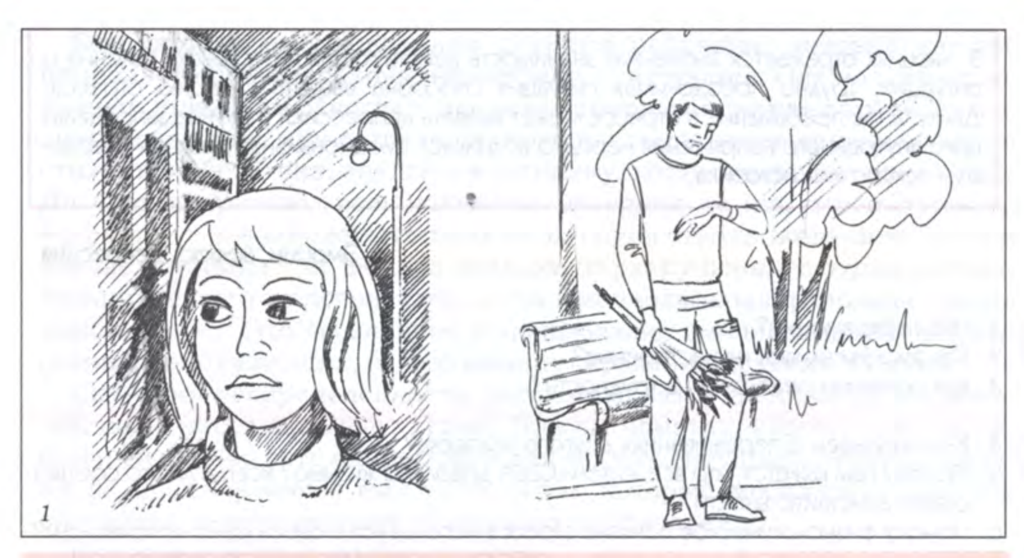
Всегда ли надо бороться со своей тревожностью?



Тревога как эмоциональное переживание

Чаще всего термин «тревога» используется для описания неприятного психического состояния, которое характеризуется субъективными ощущениями напряжения, беспокойства, мрачных предчувствий, а с физиологической стороны сопровождается активизацией автономной нервной системы.

Тревога как состояние в норме переживается каждым здоровым человеком в случаях, предполагающих отрицательный результат. Например, ученик, ожидая огласки учителем неудовлетворительной отметки за контрольную работу, переживает данное состояние тем острее, чем больше он видит собственных ошибок и неточностей. Тревога может играть положительную роль не только как важный показатель нарушения ощущения благополучия, но и как катализатор для включения резервов психики. Это состояние, будучи уникальной фор-



Почему тревожатся эти люди?

мой эмоционального предчувствия неуспеха, сигнализирует человеку о необходимости тщательно предусмотреть все основные условия предстоящего дела и способствует таким образом оптимальной подготовке к деятельности, наиболее соответствующей поставленным целям. Тревога часто предвосхищает и сопровождает стресс – и в этом ее положительное значение, так как она выполняет здесь роль переходного мостика от спокойного состояния человека к большому эмоциональному всплеску.

Часто тревога вызывается внешними причинами, например, когда человек попадает в экстремальные условия, предъявляющие повышенные требования к его психике, связанные с неопределенностью исхода ситуации. Типичный пример – ощущение человека при катастрофах. Однако даже элементарное, но неожиданное изменение условий жизни и привычной деятельности вызывает в нас тревогу. Нередко ее вызывает болезнь, беспокойство по поводу здоровья себя или окружающих. Усугубляют тревожное состояние утомление, действие на организм наркотических средств, принимаемых лекарственных и других препаратов, которые могут оказывать воздействие на психику.

Однако возникновение тревоги часто связано с внутренними причинами, коренящимися в психике человека. Так, неверные представления о своем собственном «Я», завышенная или заниженная самооценка способны привести к тревожному состоянию. Человек может преувеличивать значимость какого-либо события, считая, например, очередной трудный экзамен едва ли не главным препятствием на пути к счастливой жизни. В этом случае ожидание негативных последствий приводит

к повышенной тревоге, мешающей решить стоящие перед человеком проблемы.

«Встать над ситуацией», переосмыслить ее значение, установить последовательность решения поведенческих задач, перераспределив их по значимости во времени, – эффективный путь снятия состояния тревоги и формирования правильных способов ее преодоления.

Тревожность – черта личности

Если человек часто и легко впадает в состояние тревоги, то можно говорить о психическом новообразовании – тревожности. Тревожность – личностная черта, возникающая при благоприятном для нее фоне свойств нервной и эндокринной систем. Но формируется эта особенность личности в процессе жизни прежде всего из-за нарушения форм межличностного общения, например между родителями и детьми.

Личностная тревожность имеет хронический, не связанный с особенностями ситуации характер, входит в структуру свойств личности. Такие люди начинают нервничать даже перед тем, как пойти в магазин или поехать на общественном транспорте.

В психологической сфере тревожность проявляется в снижении самооценки, решительности, уверенности в себе. Личностная тревожность влияет на побудительные причины поведения. Кроме того, подавляются социальная активность, принципиальность, стремление к лидерству, независимость, эмоциональная устойчивость, работоспособность.

Управление эмоциями

Правильное проявление своих эмоций – это существенный элемент культуры поведения, рационального распределения сил, защиты от сильного стресса. К сожалению, нас мало учат правильно выражать эмоции, что повышает уровень личных переживаний, может послужить внутренним источником стресса и повлиять на качество наших отношений с окружающими.

Будучи древним механизмом приспособления, эмоции связаны с бессознательной сферой психики человека, но в определенной мере могут контролироваться разумом. В последнее время психологи заговорили о своеобразном «эмоциональном интеллекте». Умение управлять эмоциями – это способность человека понимать собственные чувства, ставить себя на место другого и контролировать эмоции для повышения собственной жизнестойкости. От этих обстоятельств и условий зависит характер проявления эмоций.

Важную роль в этом процессе играет самосознание. Оно дает человеку возможность управлять собой и эффективно справляться с возникшими трудностями. Еще Аристотель говорил: «Каждый может проявить свой гнев – это просто. Однако показать свой гнев кому следует,



Кто из изображенных людей умеет управлять своими эмоциями?

в должной мере, в нужное время, по делу и адекватно ситуации — это уже не просто».

Правильно выраженная эмоция — к месту и ко времени — благо. Как показали исследования американских психологов, успех в жизни на 80% зависит от умения управлять своими чувствами и эмоциями и всего лишь на 20% — от интеллекта. Повышение эмоциональной стабильности может быть достигнуто через своеобразный внутренний диалог, ведь наши чувства есть отражение нашего понимания ситуации и проблем. Каждый человек в состоянии убедить сам себя в том, что даже очень трудная ситуация небезнадежна, что существует множество способов выхода из нее.

Другой способ «настройки себя» — повышение доли положительных чувств и эмоций. Важно сосредоточить внимание на тех особенностях окружающего мира, которые нам приятны, ведь вокруг нас всегда можно найти так много хорошего.

> Тревога — это эмоциональное переживание, позволяющее нам ощущать нарушение благополучия. Но она может перерасти в тревожность — личностную черту, проявляющуюся в легком и частом возникновении состояний тревоги. Научиться управлять своими эмоциями — одна из важнейших задач культурного человека.

Тревога, тревожность



1. Что такое тревожность?
2. Когда и в каких условиях у человека развивается тревожность?
3. Почему так важно научиться управлять своими чувствами и эмоциями? Как этого можно добиться?



4. Дети непосредственны в выражении своих эмоций. Почему взрослые не могут поступать так же?
5. Можно ли совсем избавиться от тревог?
6. Каким качествам личности, описанным в этом параграфе, вам еще предстоит научиться?

§ 63. ДВЕ СТОРОНЫ ОДНОЙ МЕДАЛИ



Чем могут определяться разные особенности характеров мужчины и женщины?
Каковы различия в строении организма мужчин и женщин?

Мир женщин и мир мужчин – два мира одной планеты?

Мужчины имеют столь же преувеличенное представление о своих правах, как женщины – о своем бесправии.

Эдгар Хау

О чем свидетельствуют эти выражения?

Весь мир – театр, а люди в нем – актеры

Разделение труда, как мы знаем, существует на клеточном уровне и очень широко используется на уровне организмов. Один из ярких примеров разделения труда – воспроизведение рода и воспитание потомства. Мужчина добывает еду, защищает дом, женщина рожает детей и ухаживает за ними. И это замечательно, потому что одному человеку справиться со всеми обязанностями не под силу. А если бы не было такого четкого разделения обязанностей? В наше время встречаются семьи, где и муж, и жена поглощены работой (то есть оба – «кормильцы»), а дети предоставлены сами себе или гувернанткам, и, даже бывает, что постоянно голодны, при полном достатке. Сделаем вывод: и в семье должно быть разделение труда!

Роль матери-воспитательницы достаточно консервативна. Поскольку для безопасности долго растущих и обучающихся детей лучше, чтобы они в полной мере не соприкасались с опасностями внешней среды, женщина хранит атмосферу «гнезда», «среды обитания» семьи. С агрессивной внешней средой больше взаимодействует физически более сильный, решительный мужчина, способный ежедневно рисковать, защищая свое «гнездо», обеспечивая пищей семью. Такое положение вещей на первый взгляд ставит женщину в зависимое положение. На самом деле это не так. Существует присказка: «Муж семье голова, а жена – шея, куда голову повернет, туда она и смотрит. Таким образом, влияние более слабой женщины на семейные дела не меньше, чем сильного мужчины, только способы воздействия – иные. «Сильный» – приказывает, давит, а «слабый» – владеет искусством дипломатии и убеждения. Поскольку роль «сильного» в течение многих веков исполняли мужчины, их характер в среднем более жесткий, менее эмоцио-

нальный. Известно, что мягкий человек, занявший руководящий пост, вскоре становится гораздо более жестким или теряет пост руководителя. У женщины другой удел – смягчать жесткость мужчины, обеспечивать стабильность, мир в семье ради своих детей. Вот почему женщина в совершенстве владеет искусством дипломатии, «обходного маневра», редко добиваясь своего прямым давлением.

Это – роли, предписанные природой, сложившиеся за миллионы лет, поэтому нет причин ни для хвастовства, ни для комплексов в том, что роли полов различаются.

Каждому – свое

Мужское и женское начало уравновешивают, дополняют друг друга, и только там есть гармония, где они счастливо сотрудничают, а не ведут «холодную войну». Гормональная и генетическая основа пола составляет в каждом из нас часть личности. Так что же, удел женщины – зависимость от мужчины?

Человек очень активно меняет среду своего обитания, а вслед за ней меняются и законы существования. Уже давно физическая сила перестала играть ведущую роль в обеспечении семьи, и воспитание детей не отнимает так много времени, как раньше. Стало ясно, что творческий потенциал, заложенный в женщине, не меньше мужского, и в современных условиях он может быть реализован через труд, соответствующий способностям каждой женщины. Но стремление к лидерству, присущее мужчине, привело к тому, что «сильный пол» стал удерживать свои позиции с помощью социальных механизмов – запрещая женщине получать высшее образование, занимать руководящие посты, создавая мифы о том, что удел женщины только семья и на большее она не способна.


1

Есть ли разделение труда в этой семье?

Мифы действуют на подсознание людей, они помогают видеть вещи в определенном свете, даже тогда, когда этот взгляд не соответствует действительности. Кроме того, в отличие от сказок мифы содержат в себе не только выдумку, но и часть правды. Для многих

женщин семья и дети действительно важнее всего на свете, и ради них они могут на время отказаться от реализации собственного потенциала, «смирившись» с лидерством мужчины.

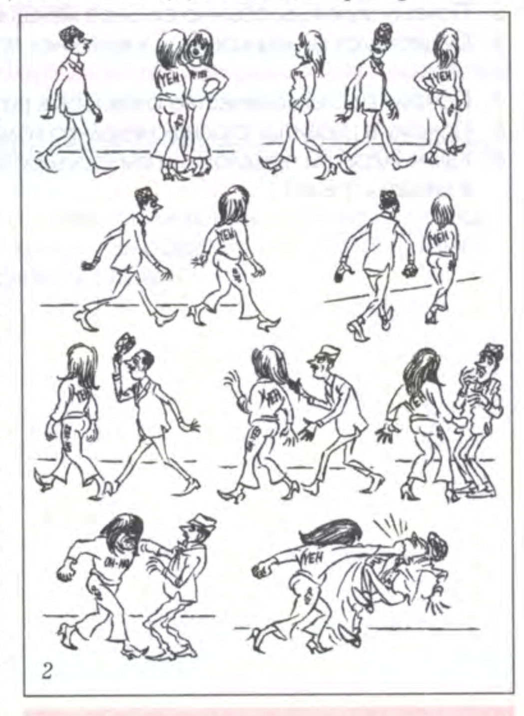
Но ограничение прав и свобод женщин вызывало у них справедливое возмущение, они стали бороться за свои права и доказали, что способны не только к творческому труду, но могут быть и яркими руководителями, политиками, возглавлять государства.

В нашей стране в течение 70 лет создавался иной миф – о суперженщине: общественнице, передовике производства, спортсменке, комсомолке, красавице, при этом матери-героине, образцовой домохозяйке и воспитателе подрастающего поколения. Как вы можете заметить, на долю мужчин оставалось только убеждение в том, что они, более сильные и умные, и гордость за советских женщин. Они с удовольствием уступили женщинам такие профессии, как, например, укладчик асфальта, оставив за собой, впрочем, львиную долю руководящих постов. Выполнить же условия мифа о суперженщине физически невозможно, и с крушением социалистического строя мы вернулись к мифическим убеждениям об ограниченности женщин. Что же делать?

Для того чтобы выйти за пределы мифологического мышления, нужно говорить не о мужчинах и женщинах вообще, а каждый раз рассматривать и иметь в виду конкретную личность, обращая внимание не на ее пол, а на соответствие той должности и работе, на которую эта личность претендует.

Основа общества не парламент, а семья

А что же семья? Домашний труд – тяжелый, монотонный и непрестижный. Воспитание прекрасных детей, создание теплого уютного дома считается само собой разумеющимся. А ведь сделать это и одновременно реализовать другие свои способности не многим удается. Удивительно, что медаль «Мать-героиня» присуждают только матерям, у которых 10 детей. А легко ли вырастить пятерых? Необходимо повышать престижность домашнего труда, поощрять родителей, успешно воспитывающих трех и более детей.



2

Каковы причины возникшего конфликта?

Но мы убедились в том, что создание семьи невозможно без разделения труда. А как разделить домашний труд между родителями? На то мы и «разумные», чтобы суметь соответствовать изменившейся обстановке. Сейчас есть счастливые семьи, где женщина зарабатывает деньги, а мужчина ведет домашнее хозяйство и воспитывает детей, и семьи, где труд по ведению хозяйства и воспитанию детей распределен между супругами поровну, что позволяет обоим работать, и традиционные семьи, где «кормилец» – мужчина. Часто основную роль в формировании семейного уклада играют обстоятельства – сочетание характеров, обеспеченность работой и, самое главное – совпадение представления о роли женщины и мужчины в семье у обоих супругов. В связи с этим необходимо воспитать в детях культурные установки относительно разделения ролей в семье. Как это сделать? Важно, чтобы родителям детей было хорошо вместе, чтобы они понимали, что, несмотря на сходство и различие в мышлении женщин и мужчин, достоинства одних есть прямое продолжение недостатков других и только рядом друг с другом они обретают душевное спокойствие. А когда ты счастлив, уже не имеет значения, кто главнее – мужчина или женщина.



1. Какова биологическая роль мужчины и женщины?
2. Почему мужчины обычно сильнее женщин?
3. Существуют ли «мужские» и «женские» профессии?



4. Почему растет количество разводов в развитых странах?
5. Почему в развитых странах невелико количество многодетных семей?
6. Какие меры вы предложили бы Государственной думе для увеличения рождаемости в нашей стране?

§ 64. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА. ПОВТОРЕНИЕ

1. Чем отличается описание жизненной ситуации физиологом и психологом?
2. Что обозначают понятия темперамент и характер, чем они отличаются?
3. Приведите примеры литературных героев с различными темпераментами?
4. Как знание темперамента человека может помочь в общении с ним?
5. Что такое эмоции и как они помогают человеку и его собеседникам?
6. Почему состояние аффекта при совершении преступления рассматривается судом как смягчающее обстоятельство?
7. Чем тревога отличается от тревожности?
8. Как вы считаете, достигнуто ли равенство полов в нашем обществе, должна ли продолжаться эмансипация женщин?
9. Какую программу укрепления семьи и увеличения рождаемости в нашей стране вы бы поддержали?

Что означают эти понятия?

Психология, психическое, темперамент, характер, эмоции, аффект, депрессия, тревога, тревожность.

Жизненная задача 5. Предэкзаменационная тревога.

Ситуация: Экзамен у сестры.

Твоя роль: Заботливый брат.

Описание ситуации: Сестра испытывает неконтролируемую тревогу перед экзаменом.

Результат: Нужно попытаться подобрать слова, снижающие значимость предстоящего события, повышающие самооценку сестры и в конечном итоге уменьшающие тревогу сестры.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Авитамино́з 184
Автомати́я сердца 53, 57, 111
Адренали́н 102, 106, 107, 198
Аккомода́ция 240–243
Акромега́лия 100
Аксо́ны 72–79
Акти́вный о́браз жи́зни 64, 155, 201
Аллергия 215
Альвео́лы 147, 153
Амила́за 164, 170, 172
Аминокисло́ты 24, 99, 109, 178
– замени́мые 178
– незамени́мые 178
Анализа́тор 235
Анато́мия 10, 35
Анеми́я 41
Антиге́ны 213–215
Антидиурети́ческий гормо́н 193, 206
Антитела́ 212–216
Ао́рта 54–59
Аппара́т Го́льджи 32
Аппе́ндикс 176
Артериа́льная кро́вь 50–52
Артериа́льное давле́ние 60–64
Арте́рии 49
Артикуля́ция 146
Атави́змы 7
Атла́нт 115
АТФ 175, 198
Аутоантитела́ 215
Аутоимму́нные заболева́ния 215
Ацетилхоли́н 95

Бараба́нная перепо́нка 232
Белки́ 23–29
Белко́вое голода́ние 178

Бе́лое вещество́ 79, 83, 111
Бере́менность 259–261
Бинокуля́рное зре́ние 242
Биологи́чески акти́вные вещества́ 61, 74, 93, 94
Биосоциа́льное существо́ 10
Близнецы́ 262–263
Близору́кость 242–243
Боле́знь 217
Боль 254
Больши́е полуша́рия мо́зга 27–92
Большо́й круг кровообраще́ния 49–52
Ботули́н 176–177
Бро́нхи 147–149
Брыже́йка 169
Брюшна́я ао́рта 49

Вакцина́ция 216
Вдох 150
Вено́зная кро́вь 49–52
Ве́ны 50–52
Ве́рхние дыха́тельные пути́ 144–146
Вестибуля́рный аппара́т 247
Ви́лочковая железа́ 212
Витами́ны 183–188
– водораствори́мые 187
– жирораствори́мые 186
Вкус 251
Вкусово́й сосо́чек 252
Вкусовы́е по́чки 252
Влага́лище 256
Вну́тренний скеле́т 113
Возбужде́ние 75, 78
Волосяны́е лу́ковицы 141–143
Воро́та по́чки 189
Воро́тная систе́ма пе́чени 171
Ворси́нки 174
Воспале́ние, воспали́тельная реа́кция 210–211
Вса́сывание 173–175

Втори́чная моча́ 191–195
Втори́чные половы́е при́знаки 263–264
Вы́вих 135
Выдели́тельная систе́ма о́рганов 16, 188–195
Вы́дох 150

Гаме́та 255–256
Гельминто́зы 177
Гемоглоби́н 40–46
Гепати́т 172
Гигие́на 10
Гипервитамино́з 185
Гиперфу́нкция железы́ 97
Гипогликеми́ческий шок 102
Гиподе́рма (подко́жная клетча́тка) 138, 142
Гипотала́мус 91, 96–99
Гипо́физ 91, 96–99
Гипофу́нкция железы́ 97
Глиа́льные кле́тки 72–73
Гликоге́н 28
Глюкаго́н 101–102
Глюко́за 27–28
Гной 211
Голосовы́е свя́зки 145–147
Гомеоста́з 38, 203–204
Гормо́н ро́ста (соматотропи́н) 99
Гормо́ны 95
Горта́нь 145
Груди́на 117
Грудна́я кле́тка 115–116
Гру́ппы кро́ви 47
Гумора́льная регуля́ция 93

Дальнозо́ркость 242–243
Двенадцатипе́рстная кишка́ 169–170
Дендри́т 72–74
Де́рма 138, 140
Де́тство 263

Дефека́ция 176
Диа́стола 55
– предсе́рдий 56
– желу́дочков 56
Диафра́гма 18
Дифференци́рованная кле́тка 17
ДНК 25
До́нор 46–47
Дуга́ ао́рты 49
Дыха́ние 143–153
– вне́шнее 144
– ле́гочное 144
– клето́чное 144
– тка́невое 144
Дыха́тельная систе́ма 143–153
Дыха́тельный це́нтр 106–107

Евста́хиева труба́ 245

Же́лезы
– потовы́е 140–141
– эндокри́нные (вну́тренней секре́ции) 95–96
– щитови́дная 96, 100
– экзокри́нные (вне́шней секре́ции) 95–96
– пищевари́тельные 160
– половы́е 102
– поджелу́дочная 100–101, 169
– слю́нные 160–161
– се́рные 141
– смеша́нной секре́ции 95–96
– моло́чные 141
– са́льные 140–141
– слё́зные 96, 238–239
– предста́тельная 258
Желу́док 166
Желу́дочки се́рдца 53–54
Желу́дочный сок 167
Же́лчный пузы́рь 170

Желчь 170
Жизненная ёмкость лёгких 151–152
Жирные кислоты 26

Заболевания дыхательной системы 154
Закаливание 155
Закрытый массаж сердца 156
Зародыш 259
Зигота 255–256
Зрачок 238
Зубы 160, 162
– молочные 162
– постоянные 163

Извитые канальцы 191–193
Иммунизация 216
Иммунитет 209–216
– видовой 216
– специфический 209
– неспецифический 209
– клеточный 214
– врождённый 216
– приобретённый 216
– искусственный активный 216
– искусственный пассивный 216
Иммунная система 209–216
Инстинкт 222–223
Инсулин 101–102
Интерферон 210
Инфаркт 64
Искусственное дыхание 156–157

Капиллярный клубочек 190–191
Капилляры 46
Кариес 163
Кашель 147
Кератин 24, 38, 141
Кишечная бактериальная флора 175

Кише́чные инфе́кции 177
Кла́паны се́рдца 53–54
Кле́тки иммунологи́ческой па́мяти 213–214
Кле́точная мембра́на 30
Ключи́ца 116–117
Ко́жа 137–143
Ко́лбочки 236–237
Коллаге́н 121, 140, 142
Ко́мплекс антиге́н-антите́ло 213
Координа́ция движе́ний 110
Кора́ больши́х полуша́рий 91
Ко́рковое вещество́ по́чки 190
Ко́сти 118–119, 123
– тру́бчатые 120
– гу́бчатые 120
– пло́ские 120
Ко́стный мозг 119
– кра́сный 42, 119
– же́лтый 119
Коферме́нты 184
Кровено́сная систе́ма 48–62
Кровотече́ние 64–66
– вну́треннее 65
– вне́шнее 65
– артериа́льное 66
– вено́зное 65
– капилля́рное 65
Кру́глое окно́ 246
Кру́глый мешо́чек 248

Ле́гкие 148–153
Ле́гочная арте́рия 51
Ле́гочная ве́на 51
Лейкоци́ты 39–45
Лизоци́м 161
Ли́мфа 67–68
Лимфати́ческая систе́ма 67–70
Лимфати́ческие узлы́ 68–69

Лимфоци́ты 69, 211–212
– B-лимфоци́ты 212
– Т-лимфоци́ты 212
– Т- ки́ллеры 214
– Т-хе́лперы 214
Липа́зы 170
Липи́ды 26
Лопа́тка 116–117

Макрофа́ги 211, 214
Макроэлеме́нты 185–186
Ма́кулы 248
Ма́лый круг кровообраще́ния 51
Ма́тка 256–257
Ма́точная труба́ 256–257
Мелани́н 140
Менструа́льный цикл 256–257
Ме́чников И.И. 210–211
Микроворси́нки 174
Микроэлеме́нты 185–186
Микседе́ма 100
Минда́лины 69, 145
Миока́рд (серде́чная мы́шца) 52
Митохо́ндрии 33
Младе́нческий перио́д разви́тия 263
Мозг
– спинно́й 80, 81–83
– головно́й 80, 87–92
– продолгова́тый 88
– за́дний 89–90
– сре́дний 90
– промежу́точный 90–91
Мозгово́е вещество́ надпо́чечников 102
Мозгово́е вещество́ по́чки 190
Мозжечо́к 87, 89–90
Мозо́листое те́ло 92
Моло́чная кислота́ 129–130
Мост 89

Мочевина 171, 192
Мочевой пузырь 189, 193
Мочеиспускательный канал 189
Мочекаменная болезнь 194
Мочеточники 189
Мошонка 257
Мышечная ткань 19–20
Мышление 227–228
Мышцы
– скелетные (поперечнополосатые) 19–20, 123–132
– сердечная 19–20, 52–53
– гладкая 19–20, 124
– антагонисты 128
– синергисты 129

Надгортанник 145
Надкостница 119–120
Надпочечники 102
Незаменимые жирные кислоты 180
Нейрогуморальная регуляция 98
Нейромедиаторы 74
Нейрон 72–75
– чувствительный 76–77
– вставочный 76–77
– двигательный 76–77
Нейтрофилы 211
Нервная система 80–92
– вегетативная 84–86
– парасимпатическая 84–86
– периферическая 81
– симпатическая 84–86
– центральная 80–81
Нервная ткань 19
Нервные импульсы 72–75
Нервные узлы 78
Нервные центры 78
Нервы
– двигательные 79

– сме́шанные 79
– чувстви́тельные 79
– черепномозговы́е 90
Нефро́н 190
Ни́жние дыха́тельные пути́ 147–148
Но́готь 142
Норадренали́н 102, 106

Обоня́ние 250–251
Обоня́тельный эпите́лий 250
Ова́льное окно́ 245–246
Ова́льный мешо́чек 248
Овуля́ция 256
Оплодотворе́ние 259
Опо́рно-двига́тельная систе́ма 113–132
О́пухоль 220–221
– доброка́чественная 220
– злока́чественная (ра́ковая) 220
Органи́ческие вещества́ 22–29
О́рганы чувств 232
Оса́нка 133–134
Осяза́ние 253–254
Отоли́товая мембра́на 248
Отрица́тельная обра́тная связь 203

Па́влов И.П. 222
Па́лочки 236–237
Па́мять 225
– кратковре́менная 225
– долговре́менная 225
Паратгормо́н 206
Пе́нис 258
Пепси́н 167
Пепсиноге́н 167
Перви́чная моча́ 191
Перело́м 136
– откры́тый 136
– закры́тый 136

Перика́рд 53
Периста́льтика 66
Петля́ Ге́нле 192
Пече́ночные до́льки 171
Пе́чень 170–172
Пиноцито́з 31
Пищевари́тельная систе́ма 158–177
Пищево́д 165
Пищево́й рацио́н 182
Пищевы́е отравле́ния 176–177
Пла́зма кро́ви 39–40
Плазмати́ческие кле́тки 213–214
Пласти́ческий обме́н 196–197
Плаце́нта 260
Пле́вра 149
Плевра́льная по́лость 149
Плечево́й по́яс 116
Плод 261
Плоскосто́пие 134
Подко́жная клетча́тка (гиподе́рма) 138
Подко́рковые я́дра 91
Подростко́вый период разви́тия 263
Позвоно́чник 115
Полово́е размноже́ние 255–256
Полово́е созрева́ние 263
Полово́й член 258
Половы́е гормо́ны 102–103
Полостно́е пищеваре́ние 175
Полукру́жные кана́лы 248
Пот 140
По́чечная ка́псула (ка́псула Бо́умена-Шумля́нского) 190–191
По́чечная лоха́нка 190
По́чки 190–195
По́яс ни́жних коне́чностей 116
Предсе́рдия 53–54
Прида́тки семеннико́в 258
Присте́ночное пищеваре́ние 175
Проводя́щая систе́ма се́рдца 53

Прогестеро́н 256
Пряма́я кишка́ 176
Психоло́гия 267
Пупо́чный кана́тик (пупови́на) 260

Рабо́та мышц 129
– динами́ческая 129
– стати́ческая 129
Ра́дужная оболо́чка 238
Разры́в свя́зок 135
Рак 220
Растяже́ние свя́зок 135
Рво́та 164
Ре́бра 115
Ре́зус-фа́ктор 47–48
Репродукти́вная систе́ма 255–258
Рефле́кс, рефлекто́рная реа́кция 76
– глота́тельный 165
– безусло́вный 222
– усло́вный 223
Рефлекто́рная дуга́ 77
Реце́птор 77
Реципие́нт 46–47
Речь 228
Рибосо́мы 32
Рогови́ца 238
Ро́ды 261–262
Рудиме́нты 7

Све́ртывание кро́ви 43–45
Свя́зки 121
Селезе́нка 69
Семенни́к 257–258
Семенны́е кана́льцы 257–258
Серде́чная мы́шца (миока́рд) 52
Серде́чный цикл 55–56
Се́рдце 52–58
Се́рое вещество́ 78–79

Сетча́тка 237
Се́ченов И.М. 222
Си́напс 74–75
Систе́ма о́рганов 12
Си́стола 55
– предсе́рдий 56
– желу́дочков 56
Скеле́т 113–118
Скле́ра 171–172, 237
Сле́зный прото́к 239
Слепа́я кишка́ 175–176
Слепо́е пятно́ 237, 240
Слуховы́е ко́сточки 245
Слуховы́е прохо́ды
– нару́жные 245
Слюна́ 34
Собира́тельные тру́бочки 190
Соедине́ния косте́й
– неподви́жное 122
– полуподви́жное 122
– подви́жное 122
Соедини́тельная ткань 19–20
Созна́ние 230
Сон 230
Сосу́дистая оболо́чка 239
Сосу́ды 49
СОЭ (ско́рость оседа́ния эритроци́тов) 46
Спе́рма 258
Сперматозо́ид 256, 258
СПИД (синдро́м приобрете́нного иммунодефици́та) 214
Спинномозгова́я жи́дкость 81
Спинномозгово́й (позвоно́чный) кана́л 81
Спиро́метр 152
Стволовы́е кле́тки 18
Стеклови́дное те́ло 240
Стресс 218
– фа́зы 278
Суста́вная впа́дина 122

Суста́вная су́мка 122
Суста́вы 122
Сухожи́лия 121
Сы́воротка кро́ви 44

Тала́мус 90
Терморегуля́ция 207
Тестостеро́н 257
Ти́мус 212
Тирокси́н 100
Ткань 18
То́лстый кише́чник 176
То́нкий кише́чник 169
Торможе́ние 75, 78
Трипси́н 167
Трипсиноге́н 167
Тромбоци́ты 40–43

Углево́ды 27
Ули́тка 246
Утомле́ние мышц 129
У́хо
– нару́жное 245
– сре́днее 245
– вну́треннее 246
Ушны́е ра́ковины 245

Фагоцито́з 31
Фагоци́ты 211
Ферме́нты 24
Фибри́н 44
Фибриноге́н 44
Физиоло́гия 10
Фильтра́ция 191
Фолли́кул 256
Фо́рменные элеме́нты кро́ви 39–40
Фотореце́пторы 236

Химотрипси́н 170
Хи́мус 167
Хоа́ны 145
Хруста́лик 240
Хрящ 120–121

Центр вдо́ха 107
Центр вы́доха 107
Центр го́лода и насыще́ния 109
Цитопла́зма 30

Че́реп 114
Чиха́ние 147

Эласти́н 140
Электрокардиогра́мма 57
Электроэнцефалогра́мма 231
Эмо́ции 275–279
Эндокри́нная систе́ма 92–103
Эндоплазмати́ческая сеть 32
Энергети́ческий обме́н 196–197
Эпиде́рмис 137
Эпистрофе́й 115
Эпителиа́льная ткань 19–20
Эритроци́ты 39, 40, 41
Эстроге́н 256

Ядро́ 38
Язы́к 160, 164
Яи́чко 257
Яи́чник 256
Яйцекле́тка 256

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ 3
ВВЕДЕНИЕ 5

§ 1. Человек – это звучит гордо 5

ЧАСТЬ 1. ТЕЛО ЧЕЛОВЕКА КАК САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ ОРГАНИЗМ 11

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА 11

§ 2. Организм – единое целое 12
§ 3. Клетки и ткани: «строительные материалы» 17
§ 4–5. Органические вещества – «универсальный конструктор» 22
§ 6. Разделение труда в клетке – основа ее жизнедеятельности 30
§ 7. Строение и функции человеческого тела. Повторение 35

КАК ОБЕСПЕЧИВАЕТСЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ ОРГАНИЗМА 36

§ 8. «Река жизни» – кровь 38
§ 9. Клетки крови на страже здоровья 43
§ 10. Главная транспортная система организма 48
§ 11. Неутомимое сердце 52
§ 12. Транспортные «магистрали» – сосуды 58
§ 13. Человеческая жизнь бесценна 63
§ 14. Лимфатическая система 67
§ 15. Нервные клетки – «живые провода» 70
§ 16. Управление и координация в организме – главная функция нервной системы 76
§ 17–18. Центральная нервная система 80
§ 19. Головной мозг 87
§ 20. Управляющие вещества 92
§ 21. «Две власти» 98
§ 22–23. Разумное управление организмом 103

§ 24. Как обеспечивается целостность организма. Повторение 110

ДВИЖЕНИЕ И ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ 112

§ 25. Надежный каркас 113
§ 26. Кости, хрящи и суставы 118
§ 27–28. Приводящие в движение 123
§ 29. Чтобы не оказаться беспомощным 132
§ 30. «Доспехи» организма 137
§ 31. Что такое дыхание и путь воздуха в легкие 143
§ 32. Легочное дыхание и его роль в организме 148
§ 33. Закаляйся, как сталь! 154
§ 34. Что такое пищеварение и что происходит с пищей в ротовой полости? 158
§ 35. Вперед, к желудку 165
§ 36. Двенадцатиперстная кишка и ее помощники 169
§ 37. Как питательные вещества попадают в клетки? 173
§ 38. Чтобы жить – надо есть 178
§ 39. Мал золотник, да дорог 183
§ 40–41. «Умные» фильтры 188
§ 42. Судьба пищи в организме 195
§ 43. Движение и обмен веществ в организме. Повторение 201

«ПОСТОЯНСТВО ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ ЕСТЬ УСЛОВИЕ СВОБОДНОЙ И НЕЗАВИСИМОЙ ЖИЗНИ» 202

§ 44–45. Постоянство превыше всего 203
§ 46–47. Борьба с опасными «нахлебниками» 209
§ 48. И вечный бой 217
§ 49. Рефлекс – простой элемент сложного поведения 221
§ 50. Что делает человека человеком? 227
§ 51. Чем мы видим, слышим и чувствуем на самом деле? 231
§ 52–53. «Окно в мир» 236
§ 54. Зачем человеку уши? 244
§ 55. Органы химического чувства и осязания 250
§ 56–57. Таинство рождения 255

§ 58. Внутренняя среда, высшая нервная деятельность и воспроизведение.
Повторение 265

ЧАСТЬ 2. ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕЛОВЕКА 266

§ 59. «Наука о душе» 267
§ 60. Темперамент и характер 271
§ 61. Эмоциональный мир человека 275
§ 62. Тревога и тревожность 279
§ 63. Две стороны одной медали 283
§ 64. Психологические особенности человека. Повторение 287
Предметный указатель 288

Вахрушев Александр Александрович, **Родионова** Елена Ивановна,
Белицкая Гелена Эдиславовна, **Раутиан** Александр Сергеевич

БИОЛОГИЯ
(«Познай себя»)
8 класс

Концепция оформления и художественное редактирование – *Е.Д. Ковалевская*
Художник – *Александра Панаиотиди*

Подписано в печать 10.11.08. Формат 70×90/16. Печать офсетная.
Бумага офсетная. Объем 19 п. л. Тираж 15 000 экз. Заказ № 21626 (п-гз).

Общероссийский классификатор продукции ОК-005-93, том 2; 953005 – литература учебная

Издательство «Баласс»
111123 Москва, 1-я Владимирская ул., д. 9
Почтовый адрес: 111123 Москва, а/я 2, «Баласс»
Телефоны для справок: (495) 672-23-12, 672-23-34
http://www.school2100.ru E-mail:balass.izd@mtu-net.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов на ОАО «Смоленский полиграфический комбинат»
214020 Смоленск, ул. Смольянинова, 1


9 785859 396825